STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 42

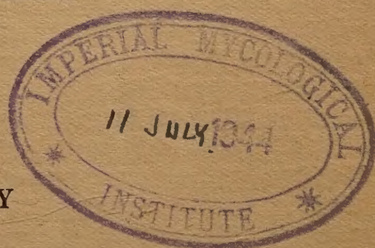
UNDERSÖKNINGAR ÖVER VISSNESJUKA HOS SOMMARASTER *CALLISTEPHUS CHINENSIS* (L.) NEES.

AV

INGRID BERGSTRÖM-KIELLANDER

Med 14 figurer i texten

WITH AN ENGLISH SUMMARY





STOCKHOLM 1944

STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 42



UNDERSÖKNINGAR ÖVER VISSNESJUKA HOS SOMMARASTER *CALLISTEPHUS CHINENSIS* (L.) NEES.

AV

INGRID BERGSTRÖM-KIELLANDER

Med 14 figurer i texten

WITH AN ENGLISH SUMMARY



STOCKHOLM 1944



Emil Kihlströms Tryckeri A.-B.
Stockholm 1944
19753

Innehåll.

I. Inledning.

Sommarastern, *Callistephus chinensis* (L.) NEES, hör till de annuella prydnadsväxter, som åtnjuta den största popularitet. Den är föremål för kultur över hela jorden, där de klimatiska förhållandena tillåta det, och utgör en viktig handelsvara för såväl fröfirmor som handelsträdgårdar och blomsterhandlare. Mångenstädes ha härjningarna av en svampparasitär sjukdom benämnd vissnesjuka eller stjälkröta dock kommit att utgöra ett svårt hinder för en framgångsrik odling. Denna sjukdom har sedan länge varit upptagen på växtpatologernas arbetsprogram och har varit föremål för mer eller mindre ingående studier och undersökningar i skilda länder. Den nämnes första gången i litteraturen i Amerika av GALLOWAY (1896), som påpekade likheten med en del kända kärlparasitära sjukdomar — trakeomykoser — hos vissa andra kulturväxter. År 1899 uppgav WOODS, att den skulle orsakas av någon art av det till fam. *Tuberculariaceae* av *Fungi Imperfecti* hörande svampsläktet *Fusarium* Link., det s. k. slemmöglet. Den parasitära organismen beskrevs närmare av BEACH (1918), som kallade den *Fusarium conglutinans* Wr. v. *callistephi* på grund av dess likhet med *F. conglutinans* Wr., som orsakar vissnesjuka hos kål. Vidare ha GLOYER (1924, 1931), JACKSON (1927) och WEISS (1925, 1929) lämnat bidrag till kännedomen om sjukdomen ifråga. JONES och RIKER ha under en lång följd av år ingående studerat den och publicerat sina rön i ett antal arbeten (bl. a. 1931, 1935). Utom i Amerika har vissnesjukan studerats i Sydafrika (WAGER, 1932), Australien Nya Zeeland och Japan. I Europa har den beskrivits i olika länder, t. ex. England (OGILVIE & MULLIGAN, 1934), Frankrike (GAUDINEAU, 1936), Tyskland (WOLLENWEBER, 1913—1935, STORCK, 1935, SCHMIDT, 1937, PAPE, 1939, m. fl.) Schweiz (OSTERWALDER, 1910).

I Sverige är vissnesjukan känd sedan 1917, då Dr. TH. LINDFORS vid dåvarande Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet fastställde den på ett prov insänt från en handelsträdgård i Sundsvall. Under årens lopp ha sedan till centralanstalten och senare till växtskyddsanstalten åtskilliga fall inrapporterats från olika delar av landet. År 1930 påvisades vissnesjukan av den amerikanske växtpatalogen L. R. JONES (RIKER & JONES, 1935) i en asterodling vid Skogshögskolan invid Stockholm. Detta föranledde, att sjukdomen upptogs till närmare studium under ledning av Professor E. MELIN i Uppsala (BERGSTRÖM & MELIN opubl.) med prövning av vissa av

JONES tillhandahållna, i Amerika resistenta astersorter. Undersökningar ha sedermera bedrivits i Uppsala botaniska trädgård (Professor MELIN) och vid Statens Växtskyddsanstalts botaniska avdelning. Vid den senare institutionen har sjukdomen under en följd av år varit föremål för en serie försök och föreliggande meddelande avser att lämna en redogörelse för de resultat som nåtts, då undersökningarna avslutades med utgången av vegetationsperioden 1942.

II. Sjukdomsbilden.

Angrepp kan ske på alla växtens utvecklingsstadier. Hos groddplantorna uppträder sjukdomen som groddbrand, d. v. s. de basala delarna bli missfärgade, mer eller mindre glasartade, för att till slut svartna, varvid plantorna falla omkull och bli liggande mot marken. Hos plantor på rosettstadiet medför angrepp hela plantans gulnande och snara vissnande. Hos äldre plantor kunna två typer av symtom iakttagas. I det ena fallet tycks angreppet vara förbundet med en utpräglat ensidig utbildning av symtomen, i det att blad och skott utmed en sida av stammen gulna och bli hämmade i sin tillväxt för att så småningom vissna, medan plantan i övrigt inte företer några sjukliga tecken. Samma förhållande har iakttagits ifråga om vissnesjuka hos t. ex. kål (KENDRICK, 1930) och ärt (LINFORD, 1928). Skillnaden mellan friskt och sjukt kan vara så starkt markerad, att ena hälften av ett blad är helt frisk, medan den andra genom sin gulaktiga missfärgning visar, att angrepp föreligger. I det andra fallet äro symtomen allsidigt utvecklade, varvid först de nedre bladen gulna och vissna, snart följda av högre upp sittande, blomkorgarna sloka och hänga ned och hela plantan får ett förtorkat utseende. Utmed stammen sträcka sig brunsvarta, något insjunkna strimmor, som utgöras av död barkvävnad, vilken till slut brister upp. På sådana partier utvecklas svampens sporsamlingar i form av en skorpartad beläggning av rosa — laxröd färg. På ett tvärsnitt av stammen av en angripen planta finner man, att kärlringen är tydligt brunfärgad. Detta är begränsat till en sida hos den ensidiga angreppstypen och är cirkulärt, då symtomen äro allsidiga. Innan bladen gulna eller direkta vissnesymtom uppträda, kan en van iakttagare se, att ett angrepp föreligger med ledning av en svag men karakteristisk missfärgning, som närmast kan betecknas som bronsering, av de nedre bladen. Rotsystemet hos angripna plantor är vanligen i huvudsak oskadat, endast ett fåtal rötter äro mörkfärgade. Vid deras inträde i huvudroten kan man ofta iakttaga, att även denna mörknar. Missfärgningen i kärldelen kan härifrån följas upp genom stammen. Fig. 1, 2, 3, 4, 5 och 7 visa vissnesjuka asterplantor på olika stadier av angrepp.

Av de två i inledningen använda benämningarna på sjukdomen är termen vissnesjuka att föredraga framför stjälkröta, emedan den tar fasta på ett



Fig. 1. Astrar med typiska symtom på vissnesjuka. Försök A 1939. (Plantorna insatta i kruka för fotograferingsändamål.)

av de mest iögonenfallande symtomen, under det att termen stjälkröta anger ett drag, som ej alltid förekommer och i varje fall uppträder först på ett mera framskridet stadium. Man vinner dessutom större överensstämmelse med de i utländsk litteratur vedertagna benämningarna på denna och andra sjukdomar av liknande slag, nämligen engelskans »wilt» eller »wilt disease» (t. ex. aster wilt, cotton wilt, flax wilt), under det att däremot »stem rot» endast sällan påträffas i denna bemärkelse, franskans »flétrissement» och tyskans »Welke» eller »Welkekrankheit». I »Die Fusarien» (WOLLENWEBER & REINKING, 1935) skiljes t. o. m. mellan »echte Welke» eller »Astern-welke», som det här gäller, och »Astern-Stengelfäule» eller »Fusskrankheit», som är en helt annan sjukdom.

III. Sjukdomens orsak.

Som nämndes i inledningen sattes vissnesjukan tidigt i samband med svampsläktet *Fusarium*. Sedan BEACH (1918) beskrivit den patogena organismen under namn av *Fusarium conglutinans* v. *callistephi*, har i Amerika bl. a. JACKSON (1927) funnit denna art vara orsak till sjukdomen men anser, att även fyra andra arter skulle ifrågakomma, av vilka endast *F. angustum* Sherb. indentifierats. Senare undersökningar ge vid handen, att man i Nordamerika genomgående har att räkna med *F. conglutinans* v. *callistephi* (JONES & RIKER, 1931). Även på andra håll, t. ex. i Japan, Sydafrika, Europa,

har sambandet mellan denna svampart och vissnesjukan påvisats, och en sammanställning av uppgifter om utbredningen visar parasitens kosmopolitiska natur. WOLLENWEBER (1935) säger dock om arten ifråga, att den orsakar vissnesjuka hos sommaraster i de flesta länder med sommarasterkultur, kanske med undantag för områden med lägre sommartemperatur, där den skulle ersättas av *F. oxysporum* Schl. *f. 6* Wr. PAPE (1939) betecknar denna art som huvudorsak till vissnesjuka i Tyskland. Man har också gjort gällande, att kransmögel, *Verticillium albo-atrum* Reinke et. Berth., är orsak till en vissnesjuka hos aster. WOLLENWEBER (1935) t. ex. säger »Mit sinkenden Sommertemperaturen z. B. Nordeuropa (Skandinavien) tritt die echte Welke zurück, während die Erreger der Stengelfäule (*F. lateritium* Nees und *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc.) noch hier und da schädigen, oder die Fusariose wird hier wie auch in Mitteleuropa in kühleren Jahren durch die Wirtelpilzwelke oder Verticilliose abgelöst.»

IV. Sjukdomens bekämpning.

När det gällt att söka medel för sjukdomens bekämpande, ha olika vägar beträtts. Man har därvid givetvis först måst taga hänsyn till parasitens livsvillkor och söka de förhållanden, under vilka den är mest åtkomlig för påverkan. Eftersom det gäller organismer, som visat sig kunna fortleva i marken utan närvaro av värdväxten, har man prövat *jorddesinfektionsmetoder*. Verksamma medel ha varit ånga eller olika kemikalier, t. ex. formalin (bl. a. FAES, 1935). Dessa metoder äro dock av ekonomiska och praktiska skäl svåra att tillämpa i större skala. Vid användning av t. ex. formalin äro sålunda tidskrävande omgrävningar av jorden nödvändiga.

Det har visats, att asterfusarierna kunna följa med fröet, varför *frödesinfektion* måste betraktas som ett viktigt led i bekämpningsarbetet. Amerikanen GLOYER (1931) har mera ingående behandlat olika metoder och medel och funnit behandling med sublimat vara den mest tillfredsställande. De vanliga betningsmedlen såsom Uspulun och andra torde även vara fullt användbara. Metoden har dock sitt värde endast då odling sker på jord, som är fri från smitta.

Man har rekommenderat *växelbruk* som ett medel att undvika de olägenheter vissnesjukan medför. Även denna metod har givetvis sin begränsning, dels emedan man inte bestämt vet hur långt uppehåll som är nödvändigt, innan aster åter kan odlas på samma plats som tidigare, och dels emedan möjligheterna till en mera omfattande cirkulation i vissa fall snart kunna vara uttömda.

I de omfattande amerikanska undersökningarna på detta område visade det sig snart — liksom t. ex. beträffande den närstående vissnesjukan hos

kål — att olika individ och sorter av värdväxten reagerade på olika sätt vid närvaro av parasiten, i det att somliga dukade helt under, medan andra visade sig mer eller mindre motståndskraftiga. Liksom i fråga om många andra växtpatalogiska problem tycktes en lösning vara att finna hos värdväxten själv genom *den hos vissa individ uppträdande resistensen*. I Amerika har under många år bedrivits ett energiskt arbete på att framställa dylika sorter. Särskilt har i Madison, Wisconsin, arbeten bedrivits med urval dels av mot *F. conglutinans* v. *callistephi* resistenta sorter bland gängse handelstyper, dels av resistenta individ i sorter, som i allmänhet visat sig mottagliga, och fortsatt selektion bland avkomman av dessa. (JONES & RIKER, 1931). På så sätt ha resistenta sorter framställts, som vid prövning över hela den amerikanska kontinenten och annorstädes dokumenterat sitt stora odlingsvärde. Under senare år har urval bedrivits i stor skala av olika fröfirmor t. ex. Bodger i El Monte i Kalifornien och Ball i Chikago. Frö av sådana sorter har sedermera släppts ut i marknaden och tillhandahålles av de flesta stora företag på området. Av sorter där resistenta raser förekomma, kunna nämnas Amerikansk buskaster, Jättekomet, Heart of France, Royal, Queen of the market. Ingen sort skall dock ha visat fullkomlig immunitet (JONES & RIKER 1931, PAPE, 1939).



Fig. 2. Vissnesjuka astrar i fältförsök A 1942. Sort nr 12: 41. (Plantan längst till vänster med svaga, ensidiga symtom på skotten vända mot åskådaren.)

V. Utförda undersökningar.

När frågan togs upp till behandling vid Statens Växtskyddsanstalt, var närmaste målet att söka utröna, i vilken utsträckning vi i vårt land ha att räkna med den typiska vissnesjukan eller kärlfusariosen och av vilka *Fusarium*-arter den orsakas, samt om verticilliosen spelar någon mera betydande roll, vilket den anses göra under sådana klimatförhållanden som de här rådande. Vidare skulle möjligheterna till bekämpning studeras.

Undersökningarna påbörjades sommaren 1939 och fortgingo till och med sommaren 1942. De omfattade *studiet av sjuka astrar från olika lokaler* jämte *isolering av parasitära organismer, fältförsök* i form av frilandsodlingar av »resistenta» sorter och vanliga handelssorter på infekterad mark på några olika försöksplatser, *infektionsförsök i kulturkärl* med mottagliga sorter och svampisoleringar samt *laboratorieförsök med renkulturer* av ett urval isolerade organismer. Några mindre *försök med jorddesinfektion* gjordes även.

1. Fältförsök.

Metodik. Huvudförsöket utlades på Statens Växtskyddsanstalts mark vid Bergshamra utanför Stockholm, i fortsättningen benämnt A, med parallellförsök i Uppsala botaniska trädgård, B, och i Bertil Gustafssons Fröhandels A.-B:s kontrollodlingar i Gnesta i Södermanland, C. På den senare platsen har under en lång följd av år ett rikhaltigt astersortiment odlats på starkt infekterad mark och odlingarna erbjödo ett mycket värdefullt studieobjekt. Genom välvilligt tillmötesgående från firman tillhandahölls frö till alla de olika årens försök. Efter anvisning av docent G. Lohammar utlades 1940 och 1941 försök D vid Jäders gård i Folkärna i södra Dalarna, där tidigare starka angrepp nära nog omöjliggjort asterodling. Försök E utlades 1940 i en handelsträdgård vid Sveden, Ulriksdal, där »astersjuka» konstaterats. I A, B och D voro försöksfälten desamma under alla år. I C ingick försöket i den cirkulation som tillämpades på platsen, men som jorden var likformigt infekterad över hela området, behöver detta icke tillmätas någon betydelse.

För att erhålla ett enhetligt utgångsmaterial av kontrollerad beskaffenhet betades fröet (med Uspulun torrbetning 1939, med Uspulun våtbetning under följande år) och såddes i ugnsteriliserade fröfat med formalinsteriliserad jord (¼ l. formalin till 10 l. vatten). Då plantorna nått lagom storlek, utskolades de i bänk med likaledes formalinsteriliserad jord.

För att få den eventuella parasiten i renkultur för närmare studium insamlades angripna plantor i och utom försöken och användes till isoleringsförsök. Förfarandet överensstämmer med den gängse metoden för erhållande av dylika kulturer. Utmed stammens hela längd från stjälkbasen och upp till blomställningarna utskuros ca 3 cm långa stycken. Därvid undvekos sådana partier, som voro så kraftigt skadade, att de kunde tänkas vara säte för en saprofytisk mikroflora, som kunde försvåra erhållandet av renkulturer. I allmänhet utvaldes plantor med svaga symtom. Styckena rengjordes och befriades från barken. De ytsteriliserades därpå genom nedsänkning i en 0,1 % sublimatlösning under 1—2 minuter, varpå de sköljdes i 3 ombyten sterilt vatten. De klövos sedan i ena ändan med en flamberad skalpell och styckena brötos isär. Från kärldelarna i de partier, som ej varit

i beröring med instrumentet, utskuros ungefär 2 mm långa bitar eller flisor, som lades i Petriskålar på steriliserat näringssubstrat (växtskyddsanstaltens standardsubstrat bestående av: glykos, 25 gr., kaliumnitrat, 5 gr., monokaliumfosfat, 2,5 gr., magnesiumsulfat, 1,25 gr., agar-agar, 15 gr., ledningsvatten, 1 000 cc. eller maltagar: maltextrakt, 25 gr., agar-agar, 15 gr., vatten, 1 000 cc.). Skålarna förvaras sedan i kulturkammare vid rumstemperatur. Efter några dagar studerades plattorna, och anteckningar gjordes om beskaffenheten av från ympbitarna eventuellt utväxande mycel.



Fig. 3. Parcell med av vissnesjuka angripen kontrollsort (nr 12: 41) i förgrunden. I fonden parcell med resistent sort (nr 8: 41). Försök A 1942.

1939 års försök. Försöksplatserna voro A, B och C. Plantmaterialet utgjordes av följande sorter:

1. Enkel. Light blue. Alla friska vid odling i Gnesta 1938
2. American Beauty. Silvery rose. » » » » » »
3. Ball's deep purple (70). » » » » » »
4. Ball's djupt lysande rosa (70). » » » » » »
5. Aurora Golden Sheaf (70). Nytt parti, andra härstamningar föregående år friska.
6. Sonnenstrahl. Rent gul. Nytt parti. Andra härstamningar föregående år angripna.
7. Unicum. Rosa (60). Som föreg.
8. Rosen Leuchtfeuer. Scharlakansröd. Som föreg.
9. Lilleputt. Blandade färger. Alla angripna vid odling i Gnesta 1938
10. Hohenzollern. Blandade färger. » » » » » »
11. Unicum. Syrénblå (60). Som nr 7.

Av dessa hade som synes en del tidigare prövats i Gnesta, medan andra voro för året nyimporterade. Av de förra hade somliga visat full resistens och andra, 9 och 10, varit angripna till 100 %. De sistnämnda utvaldes till kontroller. Sorterna 1 och 6 hade mycket låg grobarhet och gåvo blott få plantor.

Försök A:a Då ingenting var känt om markens halt av smittämne — aster hade så vitt bekant tidigare ej odlats på området — infekterades förförsöksjorden i samband med planteringen med renkulturer av från aster isolerade fusarier, *F. conglutinans* v. *callistephi*, 2 stammar, bestämda av Dr. WOLLENWEBER i Berlin-Dahlem och erhållna från professor MELIN i Uppsala. Ympningen utfördes så att plantorna, några åt gången, med rotsystemet doppades i en suspension av renkulturerna. Tre veckor senare gjordes en förnyad ympning med svampmaterial, som odlats på finfördelade stjälk- och bladdelar av lupin. Den tillgick så, att en portion av substratet med mycelvegetation nedhälldes i en fördjupning intill varje planta.

Av varje astersort planterades 3 parceller med 20 plantor i varje utom nr 6, där plantantalet endast förslog till en parcell på 8 plantor. Vid planteringen tillsågs att varje sort åtminstone en gång kom att stå närmast en kontroll. Försöket genomgicks några dagar efter planteringen, varvid plantor, som ej gått till vid överflyttningen till parcellerna, ersattes med nya. I ett fall tycktes utgången bero på svampangrepp. Både i parceller i det infekterade landet och i en kontrollplantering (försök A:b) förekom nämligen angrepp genomgående i alla parceller av nr 11. I bänkarna med deras sterila jord visade detta nummer samt nr 6 en viss utgångsprocent, som tyder på att fröinfektion har förelegat. Att denna förmått göra sig gällande trots betning, beror sannolikt på olämplig dosering; den ringa frömängden försvårade avsevärt en rätt avvägning av den erforderliga, i detta fall mycket ringa mängden torrbetningsmedel. Under vegetationsperiodens förlopp iakttogos angrepp på enstaka plantor av andra sorter med typiska symtom på vissnesjuka. Mikroskopisk undersökning av snitt från stammarna avslöjade riklig förekomst av mycel i kärldelen och något i omgivande vävnader, beroende på om snitten tagits från mer eller mindre kraftigt angripna stamdelar. I en del fall voro somliga kärl i det närmaste fullproppade med mycel.

Med så gott som samtliga angripna plantor gjordes isoleringsförsök. Från flertalet ympbitar utväxte (på stand. agar) ett yvigt vitt mycel av enhetlig typ, någon gång förorenat av bakterier. Från en planta av nr 5, som företedde vissnesymtom av en något avvikande typ, erhölls mycel som visade sig tillhöra en art gråmögel, *Botrytis*, Mich. Vid mikroskopering av det vita mycelet konstaterades förekomsten av för släktet *Fusarium* typiska sporer, osepterade mikrokonidier i mängd och enstaka, 3-septerade makrokonidier, som voro alltför sparsamt företrädda för att möjliggöra någon närmare bestämning men tillräckligt många för att man med säkerhet skulle kunna säga, att ett *Fusarium*mycel förelåg. Tab. 1 visar antalet gjorda isoleringar — 18 stycken — fördelade på de olika sorterna och den erhållna myceltypen.

En jämförelse mellan de genom isolering erhållna kulturerna och den till ympning av försöksfältet använda, artbestämda svampen visade, att dessa voro varandra helt olika. Medan *F. conglutinans* v. *callistephi* färgade sub-

stratet mörkrött, vilket upprepades i alla subkulturer, förekom hos de nyisolerade svamparna ingen färgning av agarn. Man kunde alltså förmoda, att det rörde sig om olika organismer. På grund av den ytterst ringa makrokonidiebildningen kunde dock ingen morfologisk jämförelse göras, som kunde styrka detta.

Tab. 1. *Isoleringar från angripna asterplantor i försök A, 1939.*

Sort	Försök	Antal isoleringar	Myceltyp
5	A : a	1	Botrytis
6	A : a	1	Fusarium
8	A : a	4	Fusarium + obestämt mycel.
9	A : c	3	Fusarium
10	A : a	1	Fusarium
11	A : a	4	Fusarium
11	A : b	3	Fusarium
11	i bänk	1	Fusarium

Försöket slutgranskades den 25 september. Resultatet framgår av tab. 2. Av de 11 sorterna hade nr 1, 2, 3, 4, 7 och 9 helt gått fria från angrepp. Starkast angripna voro nr 11 och 6, medan kontrollerna, nr 9 och 10, endast kunde uppvisa 1 angripen planta i nr 10. Under hänvisning till olikheten mellan de svampar som använts till ympning av försöksjorden och de från angripna plantor isolerade och angreppets uppträdande hos nr 6 och 11 redan i bänken kan man antaga, att dessa introducerat smittämnet i odlingen. Angreppet på nr 8 gjorde sig märkbart först mot slutet av vegetationsperioden, vilket sannolikt kan tolkas som infektion från nr 11 eller 6. Att kontrollerna, som tidigare vid odling i Gnesta haft 100 % utgång, här så gott som helt undgått angrepp, kan förklaras antingen med att det är fråga om olika svampar på de båda lokalerna, eller att den i försök A införda organismen ej nått sådan utbredning, att dessa sorter blivit berörda. Medan den enda angripna plantan av nr 10 befann sig i en parcell, som närmast gränsade till nr 11, var ingen parcell av nr 9 placerad omedelbart intill nr 11 eller 6.

Försök A: b För att pröva om jorden på försöksområdet var infekterad, planterades på två ställen utom försökslandet ett antal småparceller med sorterna, 1, 2, 8, 9, resp. 3, 7, 9, 11 med 20 plantor i varje. Vid slutgranskning av försöket befunnos samtliga sorter friska utom nr 11, där endast 3 plantor gått fria från angrepp. Även detta talar för att uppfattningen, att detta nummer varit infektionskällan, är befogad.

Försök B. I Uppsala botaniska trädgård utplanterades sorterna 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 med 3 parceller à 10 plantor för varje sort. Kulturer för infektion av försökslandet, där aster tidigare ej odlats, sändes samtidigt och utgjordes av syskonkulturer till dem som använts i försök A. Försöket avsynades första gången efter omkring 1 månad, varvid intet spår av angrepp kunde konstateras. Några plantor av nr 3 saknades dock. Om de skadats i samband med transport och plantering eller om de angripits av parasiter var icke möjligt att avgöra. Försöket slutgranskades i september. Resultatet kan utläsas ur tab 2. Därvid konstaterades, att av sorterna 6 och 11 resp. 16 och 27 plantor angripits, samt av nr 8 endast 1 planta, medan övriga sorter hade samtliga plantor friska med undantag för nr 3, där samma plantor som tidigare saknades men inga ytterligare. Här rådde alltså överensstämmelse med försök A. Resultaten av isoleringsförsök med angripna plantor överensstämde likaså. Kulturer av samma typ som den vid ympning av jorden tillförda svampen kunde alltså ej erhållas. Även detta försök talar för att infektionen härstammar från sorterna 6 och 11.

Försök C. Till Bertil Gustafssons Fröhandels A.-B:s odlingar i Gnesta sändes likaledes plantor av sorterna 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 och 11, 40 st av var, att i enlighet med praxis på platsen planteras i 2 parceller för varje nummer. På denna plats gjordes ingen ympning av marken, då det var känt, att den var höggradigt »astersjuk».

Vid den första observationen — i mitten av juli — gjordes följande iakttagelser: sorterna 2, 3, 4 hade samtliga plantor friska (i nr 2 och 3 saknades 2 plantor, resp. 1, sannolikt till följd av omplanteringen), nr 5 hade någon enstaka planta sjuk med symtom av avvikande karaktär, 6, 7, 8, 10 och 11 hade alla plantor angripna, medan i nr 9 flera helt saknades och de återstående voro hårt angripna. Material för isoleringsändamål insamlades. Det var dock svårt att erhålla lämpliga plantor, ty de som visade symtom, befunno sig på ett så långt framskridet stadium, att man kunde räkna med en rik flora av sekundära mikrooganismer, som skulle försvåra en renkultur av den eventuella parasiten. Endast 3 isoleringar gjordes, nämligen från nr 5, 8 och 9. Som nämnts, företedde nr 5 atypiska symtom, bland vilka rotens beskaffenhet var bland de mera påfallande. Hos den vanliga angreppstypen är rotsystemet i huvudsak oförstört med enstaka rötter eller rotdelar missfärgade, och plantan sitter väl fäst i jorden och gör motstånd vid försök att draga upp den. I fall, som exemplifieras av nr 5, utgör roten däremot endast en svag tapp, bildad av huvudroten, medan birötterna äro mer eller mindre förstörda, varför plantan med lätthet kan dragas upp. Isoleringen gav *Botrytis* av *cinerea*-typ. Av nr 9 erhölls ett enhetligt mycel av samma utseende som i försök A och B. Nr 8 gav mycel tillsammans med en rik bakterieflora.

Vid slutgranskning av försöket i slutet av augusti visade sig nr 2, 3, 4 och

5 ha alla plantor friska med undantag för ovan nämnda individ av nr 2 och 3, som saknats sedan försökets begynnelse, och den planta av nr 5, som tagits för isolering. I sorterna 6, 7, 8, 9, 10 och 11 hade samtliga plantor angripits och dött. Resultatet kan utläsas ur tab. 2.

Tab. 2. *Resultat av 1939 års försök med odling av resistenta och mottagliga astersorter på infekterad jord.*

Sort	Totala antalet plantor			Antal angripna plantor			Procent angripna plantor		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	60	—	—	0	—	—	0	—	—
2	60	30	40	0	0	0	0	0	0
3	60	30	40	0	0	0	0	0	0
4	60	30	40	0	0	0	0	0	0
5	60	30	40	1[1]	0	1[1]	1,7[1]	0	2,5[1]
6	8	30	40	5	7	40	62,5	23,3	100
7	60	30	40	0	0	40	0	0	100
8	49[2]	30	40	9	1	40	18,4	3,3	100
9	71[2]	30	40	0	0	40	0	0	100
10	60	30	40	1	0	40	1,7	0	100
11	60	30	40	51	22	40	85,0	73,3	100

Försök C avvek sålunda tydligt från A och B. Man finner överensstämmelse med föregående års resultat för de sorter, som då prövats. De för året nya hade reagerat på sätt man haft anledning vänta med kännedom om samma sorter av annan härstamning i tidigare års försök.

Observationer bland talrika andra på platsen odlade prydnadsväxter, bl. a. åtskilliga andra medlemmar av familjen *Compositae*, bekräftade, att vissnesjukan är en specifik astersjukdom. I intet fall iakttogs nämligen någon liknande sjukdom hos övriga växter.

I a k t t a g e l s e r u t o m f ö r s ö k e n. Inledningsvis nämndes önskvärdheten av att insamla material från olika delar av landet för att få en uppfattning om sjukdomens orsak, utbredning och betydelse. Under sommarens lopp samlades därför angripna astrar i en del odlingar utom försöken. Sålunda uttogos ur odlingarna hos firma B. Gustafsson i Gnesta 13 plantor av olika astersorter. Av dessa hade 10 de typiska symtomen, 2 plantor (Aurora Golden Sheaf = försökets nr 5) hade avvikande symtom och 1 planta av obekant sort hade symtom, som betecknades som icke helt typiska, i det att

¹) Botrytisangrepp.
²) Det ojämna plantantalet beror på förväxling vid utplanteringen från bänkarna.

i motsats mot ovannämnda 10 plantor varje spår av konidiebildning på stammen saknades trots ett långt framskridet sjukdomsstadium. De 10 plantorna med typiska symtom gåvo alla ett mycel av samma utseende som det i försöken isolerade *Fusarium*mycelet. Från de tre avvikande erhöllos *Botrytis* (från båda plantorna Aurora Golden Sheaf) och ett mycel med sporer av *Cylindrocarpon*typ.

I en handelsträdgård i Gnesta konstaterades angrepp på sorten Aurora Golden Sheaf med icke typiska symtom och på sorten Jugend. Som resultat av 3 isoleringar erhöllos blandningar av röda *Fusarium*mycel och mycel av obekant art. Sannolikt rörde det sig här om en s. k. stjälkbasröta, tyskans »Fusskrankheit».

I Uppsala insamlades angripna asterplantor i botaniska trädgårdens systematiska avdelning. Det »vanliga» *Fusarium*mycelet erhölls från samtliga undersökta plantor.

I en handelsträdgård i Uppsala insamlades plantor med typiska vissnesjukesymtom. De gåvo alla *Fusarium* av sedvanlig typ.

Från en asterodling i Svedens handelsträdgård vid Ulriksdal, där enligt uppgift »astersjuka» förekommit en följd av år, erhölls material av ett par okända sorter. Symtomen tycktes icke alltigenom vara de typiska, och det urval plantor som användes till isolering gav ett flertal mycel, i ett fall det vanliga *Fusarium*mycelet, i ett annat en blandning av mycel av obekant art, i ett tredje ett fykomycetmycel.

Till växtskyddsanstalten inkommo under sommaren prov av angripna asterplantor för bestämning av sjukdomens art. Där materialets beskaffenhet medgav det, gjordes isoleringar. Sålunda undersöktes ett prov med typiska vissnesjukesymtom från Nås i Dalarna. Det vanliga *Fusarium*mycelet erhölls.

Från asterodlingar vid Weibullsholms växtförädlingsanstalt vid Landskrona insändes på begäran ett parti angripna plantor. Av dessa företedde flertalet de typiska symtomen, medan några avveko och påminde om tidigare exempel på *Botrytis*angrepp. Isoleringar gjordes från 8 plantor, av vilka 5 med typiska symtom och 3 med avvikande. Dessa senare gåvo i 2 fall *Botrytis*, i det tredje intet mycel, de övriga det typiska *Fusarium*mycelet. Spridningar från sporsamlingar på stammarna gåvo även det typiska mycelet.

S a m m a n f a t t n i n g. Av 1939 års försök överensstämma A och B, medan C avviker. A och B utmärkas av mycket låg angreppsprocent. I den mån angrepp förekommit, har det varit inskränkt till enstaka sorter, som icke omfatta de till kontroller utsedda. Detta resultat kunde betyda, att angreppet hade en annan orsak i A och B än i C. Isoleringsförsök med material från alla försöksplatserna ha visat sambandet mellan vissnesjuka asterplantor och svampsläktet *Fusarium*. Det förefaller sannolikt, att det gäller samma art i de olika försöken. Därpå tyda mycelens utseende i mikroskop, deras

habituella likhet i kultur på olika näringssubstrat, typen av mikrokonidier och slutligen saknaden eller den ytterliga fåtaligheten av makrokonidier. Olikheten mellan å ena sidan A och B, å andra sidan C kunde, sedan artöverensstämmelsen gjorts sannolik, tänkas bero på förekomsten av olika biologiska raser hos svampen. Utan att den möjligheten helt avvisas, förklaras olikheterna enklast på följande sätt: sjukdomens uppträdande i A och B tyder på att den orsakats av en svamp som införts i odlingen av sorterna 6 och 11, och icke av den vid ympningen av jorden tillförda arten. Att helt avfärda denna som sjukdomsalstrare är dock icke möjligt på detta stadium. Erfarenheter från tidigare försök 1931 och 1933 (Bergström & Melin, opubl.) tala för att den tillförda organismen under den första vegetationsperioden gör sina parasitära egenskaper gällande i mycket ringa utsträckning. En ympning av försöksjorden genom inblandning av »astersjuk» jord medförde vid första årets försök ytterst obetydliga angrepp, medan vid senare upprepning ett kraftigt angrepp kunde iakttagas. Beach (1927) framhåller, att sjukdomen vid sitt första uppträdande endast drabbar ett fåtal plantor, för att i fortsättningen vålla odlaren allt större avbräck. Ryker (1935) uppger beträffande fusarios hos selleri, att inkubationstiden blir kortare ju längre marken varit infekterad.

Sammanfattningsvis kan sägas att 1939 års iakttagelser och försök visat, *att det på sommaraster på skilda håll i vårt land jämte enstaka fall av annan art uppträder en sjukdom med de symtom, som i litteraturen beskrivas som utmärkande för den kärlparasitära vissnesjukan (eller stjälkrötan), samt att dessa symtom äro förbundna med förekomsten av en art (eller flera?) av svampsläktet Fusarium.*

1940 års försök. Efter 1939 års orienterande försök fortsattes undersökningarna sommaren 1940. Fältförsök utlades vid A, B, C och D samt, sedan övriga försök tillgodosetts, vid E. Försök gjordes att i största möjliga utsträckning skaffa frö av samma sorter som föregående år för en prövning av resultaten. Detta lyckades endast delvis, och plantmaterialet kom att få följande sammansättning:

1. Triumf (låg). Blandade färger. Alla angripna i Gnesta 1939.
2. Ball's djupt lysande rosa (70). Resistent. Annan härstamning än 1939.
4. Ball's early phlox pink. Alla friska i Gnesta 1939.
5. Aurora Golden Sheaf = nr 5 1939. Alla friska i Gnesta 1939.
6. Unicum. Blandade färger. Alla angripna i Gnesta 1939.
7. Jugend. Laxrosa. Alla angripna i Gnesta 1939.
8. Multiflorus. Laxröd. Frö skördat i Gnesta 1939.
9. Royal Aster. Azure blue. Resistent.
10. Ball's white, late. Resistent.
11. Strålaster. Blandade färger. 50 % angrepp i Gnesta 1938.

12. Sonnenstrahl = nr 6 1939.
13. Viktoria. 30 % angrepp i Gnesta 1938.

Plantorna utvecklades väl i bänken och intet angrepp kunde konstateras (jfr 1939).

Från Uppsala erhöllos kulturer av 2 stammar av *Fusarium conglutinans* v. *callistephi* (nr 537: 5 och 7) och 1 stam av *Fusarium oxysporum f. 6,* (nr 537:4). För att sedan användas till ympning av försöksfälten förökades de i kolvar på lupinblad och -stjälkar liksom en *Fusarium*stam, nr 508, vilken isolerats från sort nr 11 i försök A 1939. Rörkulturer av samma svampar sändes till Uppsala.

Försök A. Parcell- och plantantal voro desamma som 1939. På grund av otillräckligt plantantal av nr 6 och 11 kunde endast 2 parceller utläggas för vart och ett och som tredje parcell insattes nr 12, resp. 13. Nr 1, 6, 7, 11, 12 och 13 utsågos till kontroller. I samband med planteringen ympades försöksfältet med de 4 nämnda *Fusarium*stammarna.

Vid granskning efter 18 dagar antecknades symtom i ett flertal parceller och vid den första avräkningen 1 månad efter planteringen konstaterades kraftigt angrepp på kontrollsorterna. De som resistenta uppgivna visade däremot inga spår av angrepp. Material insamlades för isoleringsändamål. Ett *Fusarium*mycel av samma utseende som 1939 erhölls från alla plantor, som undersöktes. Försöket slutgranskades omkring den 25 september. Resultatet kan utläsas ur tab. 3. Isoleringar från sorterna 7, 8, 11 och 13 gåvo det typiska *Fusarium*mycelet.

Samtidigt med huvudförsöket utlades ett annat, mindre försök på ett område, där veterligen aster förut ej odlats. Där prövades 2 från Gnesta erhållna sorter, vardera bestående av 2 partier av olika härstamning, vilka föregående år vid odling i Gnesta visat stora skillnader i resistenshänseende. Båda hade av fröleverantörerna betecknats som resistenta:

15 a. Queen of the market, mörk purpur, Italien. 0 % angrepp 1939, 14 plantor.
15 b. Queen of the market, mörk purpur, Holland. 100 % angrepp 1939, 19 plantor.
16 a. Waldersee, karminröd. 0 % angrepp 1939. 16 plantor.
16 b. » » 100 % » » 20 »
8 a. = nr 8 i huvudförsöket. 20 »

Fröet användes obetat. Av varje sort anlades 1 parcell med plantantal, som är angivet vid de olika sorterna. Vid slutobservationen voro samtliga plantor friska av sorterna 8 a, 15 a och 16 a. Nr 15 b och 16 b hade 7, resp. 4 plantor angripna. Isoleringsförsök med 3 plantor av nr 16 b och 1 av nr 15 b gåvo det typiska mycelet. Här förelåg sålunda överensstämmelse med tidigare resultat i Gnesta.

Det är beklagligt, att ingen av kontrollsorterna kunnat medtagas för att fastställa markens infektionshalt på området ifråga. Sorten nr 8 har visserligen i huvudförsöket uppvisat 3 angripna plantor, men det är alltför lågt för att den skulle kunna tjäna som mätare. Man kan därför ej med visshet säga, att vissnesjukan i detta fall införts i odlingen av de berörda sorterna.

Försök B. Plantering skedde efter samma plan som 1939 av sorterna 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 och 13, varav nr 1, 6, 7 och 13 utsågos till kontroller. Någon ympning av försökslandet företogs ej, då saknaden av konidier omöjliggjorde en effektiv spridning av svamparna. Försöket granskades första gången 7 veckor efter planteringen och därvid konstaterades tydliga angrepp bland kontrollsorterna, medan de övriga gått fria. Försöket slutgranskades i början av september. Resultatet kan utläsas ur tab. 3. Isoleringar gjordes från 6 plantor av nr 1 (1 pl.), nr 6 (3 pl.) och nr 13 (2 pl.). I samtliga fall erhölls det sedvanliga *Fusarium*mycelet.

Försök C. Plantering skedde efter samma plan som 1939 av sorterna 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 och 13, varav, 1, 6, 7 och 13 voro kontroller. Vid en första avräkning — efter 6 veckor — förelågo markerade skillnader i angrepp hos de olika sorterna. Vid slutgranskning i början av september voro skillnaderna ännu större, i det att kontrollerna så gott som fullständigt gått ut, medan övriga sorter med undantag av nr 8 undgått angrepp. Ställningen framgår av tab. 3. Detsamma var förhållandet med samma sorter i firmans egna odlingar. Anmärkningsvärt är att nr 8 visat så hög angreppsprocent. Den hade 1939 skördats från en 100 %-igt frisk parcell omgiven av angripna sorter.

Försök D. På grund av det för vissa sorter låga plantantal, som erhållits vid drivningen av astersortimentet, kunde i försök D endast ett 20-tal plantor medtagas av var och en av sorterna 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 och 12. Nr 1, 7, 11 och 12 uttogos till kontroller. Försöket var så anordnat, att huvudparten av plantorna utsattes på lister intill ett bostadshus, där tidigare asterodlingar varit svårt härjade (R), medan återstoden utplanterades på ett köksväxtland på långt avstånd från den övriga odlingen och där man tidigare ej odlat aster (K). Antalet plantor på de båda lokalerna framgår av tab. 3. En preliminär rapport erhölls i slutet av juli och försöket avsynades vid ett besök på platsen i mitten av september. Härvid konstaterades mer eller mindre kraftiga vissnesymtom hos nr 1, 2, 7, 9, 10, 11 och 12 i R, medan i K nr 1 och 7 voro angripna. Här förelåg alltså angrepp på de förmodat resistenta sorterna 2, 9 och 10. Vid ett noggrannare studium visade det sig dock, att symtomen här ej voro typiska. Plantorna utmärktes av en allsidigt förlorad turgescens, medan övriga för vissnesjuka karakteristiska tecken saknades såsom missfärgning av bladen och strimmighet på stammen, vilket allt återfanns hos de andra angripna sorterna. Material insamlades (3 plantor av nr 9 och 1 planta av nr 10) för isoleringsändamål. De 4 plantorna gåvo alla ett mycel av samma

utseende och med samma kulturegenskaper som det 1939 från material utom försöken erhållna fykomycetmycelet eller detta jämte en röd *Fusarium*. Dessa mycel erhöllos endast från ympstycken som tagits från plantornas basala delar — intill 4 cm från rothalsen — medan stycken högre upp på stammen ej gåvo några organismer alls.

Hos aster är känd en stambasröta, som orsakas av *Phytophthora cryptogea* Pethybr. et Laff. (TOMPKINS et al. 1935). De beskrivna symtomen och de i försöket påträffade stämma väl överens, liksom vissa egenskaper i kultur hos det isolerade mycelet och det beskrivna. Då inga förökningskroppar blivit funna, har artbestämning ej kunnat utföras. Mycel av denna typ komma i fortsättningen att benämnas cfr. *Phytophthora*. Enligt diarier från centralanstaltens tid har *Phytophthora sp.* påträffats hos aster på några insända prov.

Av nr 7 uttogos 2 plantor för isolering, den ena med svaga ensidiga symtom såsom obetydlig missfärgning av bladen och tendens till förkrympning av samma sidas organ, den andra på ett något mera framskridet stadium. I båda fallen erhölls det typiska *Fusarium*mycelet från samtliga ympstycken. — 3 för varje planta — upp till 20 cm höjd. Från 2 plantor av nr 1 i K erhölls likaledes det typiska mycelet. Att en infektion kom till stånd i K kan förklaras med att smitta överförts från det angripna försöksfältet t. ex. med jord, som fastnat på redskap. Att nr 7 och 12 gått fria från angrepp, ehuru de alltid annars visat stor mottaglighet, kan bero på att infektionen av jorden ej hunnit utbreda sig nämnvärt. En närmare analys av förhållandena var dock icke möjlig på grund av det ringa plantantalet.

Försök E. Resterande plantor av sorterna 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10 och 12 (15—20 st.) lämnades till utplantering i E. Antalet plantor för de olika sorterna kan utläsas ur tab. 3. Vissnesymtom antecknades hos sorterna 1, 2, 7, 10 och 12. Enligt protokoll från avsyningen tycktes här föreligga en parallellitet med försök D:K, i det att symtomen hos nr 2 och 10 icke voro de för vissnesjuka typiska, medan däremot 17 och 12 visade den karakteristiska sjukdomsbilden. Isoleringsförsök bekräftade, att det här gällde olika organismer. Av 3 isoleringar av nr 2 erhölls cfr. *Phytophthora* i två fall och i det tredje en blandning av olika mycel, där även det typiska *Fusarium*mycelet var representerat. Av nr 10 gjordes isoleringar från 4 plantor, varav 2 gåvo blandningar av flera icke identifierade mycel, 1 planta gav cfr. *Phytophthora* och en röd *Fusarium* och den fjärde en röd *Fusarium*. Av kontrollerna gjordes isoleringar från 2 plantor av nr 7, varav från den ena även gjordes spridning från sporsamlingar på stammen. Samtliga gåvo rena kolonier av det sedvanliga *Fusarium*mycelet. Försöksresultaten redovisas i tab. 3.

Även i E anlades en mindre kultur av sorterna 15 a, 15 b och 16 b. Liksom i A uppträdde vissnesjuka hos 15 b och 16 b, vilka vid isolering gåvo samma mycel som övriga typiskt vissnesjuka astrar på platsen.

Tab. 3. *Resultat av 1940 års försök med odling av resistenta och mottagliga astersorter på infekterad jord.*

Sort	Totala antalet plantor						Antal angripna plantor						Procent angripna plantor					
	A	B	C	D:R	D:K	E	A	B	C	D:R	D:K	E	A	B	C	D:R	D:K	E
1	60	30	40	16	5	17	60	14	40	16	5	14	100	46,6	100	100	100	82,3
2	60	30	40	18	5	18	0	0	0	2[1]	0	8[1]	0	0	0	11,1	0	44,4[1]
4	60	30	40	—	—	—	0	0	0	—	—	—	0	0	0	—	0	0
5	60	30	40	18	5	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
6	40	30	40	—	—	—	40	20	40	—	—	—	100	66,7	100	—	—	—
7	60	30	40	15	8	18	60	30	40	9	0	13	100	100	100	60,0	0	72,0
8	60	30	40	16	7	—	3	0	26	0	0	—	5,0	0	65,0	0	0	—
9	60	30	40	15	7	18	0	0	0	13[1]	0	0	0	0	0	86,7[1]	0	0
10	60	30	40	12	7	21	0	0	0	3[1]	0	12[1]	0	0	0	25,0[1]	0	57,1[1]
11	40	—	—	15	7	—	40	—	—	10	1	—	100	—	—	66,7	14,3	—
12	20	—	—	14	6	18	20	—	—	14	0	12	100	—	—	100	0	66,7
13	20	30	40	—	—	—	20	19	40	—	—	—	100	63,3	100	—	—	—

I a k t t a g e l s e r u t o m f ö r s ö k e n. Några återstående plantor användes till fyllnad i en rabatt vid Bergshamra på långt avstånd från övriga asterplanteringar. Bland dessa — som gingo helt fria från angrepp — märktes även nr 7, som på denna icke »astersjuka» jord utvecklades fullt normalt.

I Uppsala insamlades material i den systematiska avdelningen i botaniska trädgården, inalles 6 plantor med typiska symtom på vissnesjuka. Isoleringsförsök resulterade i det vanliga *Fusarium*mycelet.

S a m m a n f a t t n i n g. En granskning av 1940 års fältförsök visar, att de markerade skillnader, som 1939 funnos mellan de olika försöken, ha utjämnats. På alla försöksplatserna voro angreppen kraftiga i kontrollsorterna, medan de förmodat resistenta med några variationer uppfyllde de fordringar, man kunnat ställa på dem med ledning av de erhållna uppgifterna om deras motståndskraft. Sålunda voro nr 4 och 5 friska på samtliga platser, där de odlats. Av övriga resistenta sorter (2, 8, 9 och 10) var nr 2 frisk till 100 % i A, B, C och D:K, medan den angripits i D:R och E — som isoleringar visat dock ej av vissnesjuka. Detta var även fallet med nr 9 och 10 med den skillnaden, att nr 9 var helt frisk även i E. Nr 8, som skördats som frö i frisk parcell i Gnesta 1939, avvek från övriga sorter. Den var sålunda frisk till 100 % i B och D, medan den i A och C var angripen av vissnesjuka till resp. 5 % och 65 %. Nr 11 och 13, vilka trots låg angreppsprocent vid

[1]) Ej vissnesjuka.

tidigare odling, medtagits bland kontrollerna, hade i flera fall angripits till 100 %.

Detta år förelåg alltså *en mera genomförd infektion av försöksmaterialet än 1939.* Konstrollsorterna i 1939 års försök, vilka då i A och B undgingo angrepp, hade tyvärr ej kunnat erhållas till 1940 års försök, varför ingen jämförelse blev möjlig på den punkten. För årets kontroller gäller en genomgående hög angreppsprocent med något undantag för Försök B. Det ligger nära till hands att söka förklara det svagare angreppet på denna lokal i jämförelse med A, vilka försök 1939 behandlats på identiskt sätt, med den uteblivna ympningen av försöksjorden.

De vid isolering erhållna, sinsemellan lika svamparna visa alltjämt ingen överensstämmelse med de tillförda organismerna 537: 4, 5 och 7. Däremot likna de helt den likaledes till ympning av jorden använda 508, som i 1939 års försök isolerats från sort nr 11. Att isoleringarna i A och B visa överensstämmelse är ingalunda överraskande, då man betänker, att de sannolikt utgöra samma svamp vilken, som ovan antagits, tillförts jorden med plantmaterialet i 1939 års försök.

1941 års försök. Undersökningarna fortsattes sommaren 1941. Fältförsöken voro detta år förlagda till A, B, C och D. Följande astersorter användes:

1. Queen of the market. Flesh pink. Resistent.
2:40. Ball's djupt lysande rosa. Resistent.
3:41. » deep purple. Resistent.
4:41. » early phlox pink. Resistent.
5:41. Aurora Golden Sheaf. Resistent.
6:41. Unicum. Blandade färger.
7:41. Jugend. Laxrosa.
8. Crego Orchid. Resistent.
9:40. Royal Aster. Resistent.
10:40. Ball's white, late. Resistent.
12:41. Sonnenstrahl. Gul.
13. Queen of the market. Deep rose. Resistent.
14. » » » » Scarlet. Resistent.
17. Heart of France. Resistent.
18. American Branching. Azure blue. Resistent.

Beteckningen 40 efter ett nummer betyder, att fröet är av samma parti som i 1940 års odling, 41 att sorten är densamma som motsvarande nummer 1940 (1939 för nr 3:41) men av ett för året nytt parti. Nummer utan vidare beteckning innebär, att sorten är ny för året och ej har samband med tidigare sorter. Sortantalet var något större än förut för att det dubbla syftet skulle kunna tillgodoses att dels kontrollera tidigare använda sorter, dels pröva några nya. Sorterna 6, 7 och 12 uttogos till kontroller.

I A, B och C fick jorden en giva trädgårdsgödning TG.

Försök A. På grund av det större sortantalet inskränktes antalet parceller till 2 för varje sort med 20 plantor i varje. Ingen ympning av jorden ansågs detta år behövlig. Efter 3 veckor kunde man hos alla plantor i den ena parcellen av nr 7 observera den karakteristiska missfärgning av bladen, som föregår de övriga symtomens framträdande. Vid tiden för första avräkningen 1 vecka senare voro åtskilliga plantor tydligt vissnesjuka. Efter ytterligare en vecka voro alla plantor angripna i sortens båda parceller. Nr 6 och 12 voro snart likaledes allmänt angripna, ehuru sjukdomen där hade ett något långsammare förlopp. Under sommaren gjordes isoleringar från 6 plantor på olika stadier av angrepp: från nr 3 (1 planta), från nr 6 (1 planta), nr 7 (2 plantor) och nr 12 (2 plantor). I samtliga fall erhölls det typiska *Fusarium*mycelet. Försöket slutgranskades i september. Resultatet framgår av tab. 4. Denna visar liksom 1940 en markerad skillnad mellan kontrollerna och övriga sorter i god överensstämmelse med de givna uppgifterna om resistens och mottaglighet. Nr 2, 9 och 10 voro fullt friska med undantag för *Botrytis*angrepp på en planta av nr 2 — alltså full överensstämmelse med föregående års resultat. Av nr 3, 4, 5, 6, 7 och 12 ur för året nya partier ha de 3 kontrollerna 6, 7 och 12 visat sig höggradigt mottagliga liksom år 1940. Nr 4 och 5 äro helt fria från angrepp av vissnesjuka — även i överensstämmelse med föregående år. Angrepp på 2 plantor av nr 5 äro att hänföra till förekomsten av *Botrytis*. För nr 3 har antecknats 1 angripen planta, som vid isoleringsförsök givit det typiska *Fusarium*mycelet. De för året nya sorterna 1, 8, 13, 14, 17 och 18 ha uppgivits som resistenta med tvekan för nr 13. För nr 1, 14, 17 och 18 visar försöket 100 % friska plantor. I nr 8 voro 2 plantor angripna av *Botrytis*. Hos 1 planta av nr 13 ha symtom på vissnesjuka iakttagits utan att förekomsten av *Fusarium* verifierats genom isolering.

Försök B. Av var och en av de 15 sorterna utlades 2 parceller med 10 plantor i varje. Ingen ympning gjordes av försöksjorden. Odlingen avsynades en gång under vegetationsperioden, varvid angrepp kunde konstateras hos kontrollerna, medan övriga sorter stodo friska. Resultatet av slutgranskningen i september kan utläsas ur tab. 4. Den visar en markerad skillnad mellan kontrollerna och övriga sorter. Sålunda hade nr 6, 7 och 12 resp. 20, 19 och 15 angripna plantor (av 20) mot endast en eller annan i de andra numren. Vid jämförelse med 1940 års försök finner man, att av sorterna ur samma parti som då, nr 2, 9 och 10, nr 2 även nu gått helt fri från angrepp. För 9 och 10 ha antecknats 2 angripna plantor vardera, utan att angreppets art blivit fastställd. Nr 4 och 5 visade intet tecken till angrepp, medan 2 plantor av nr 3 hade vissnandesymtom av icke obetingat typisk art. De för året nya sorterna 1, 8, 13, 14, 17 och 18 visade alla 100 % resistens.

Tab. 4. *Resultat av 1941 års försök med odling av resistenta och mottagliga astersorter på infekterad jord.*

Sort	Totala antalet plantor					Antal angripna plantor					Procent angripna plantor				
	A	B	C	D:R	D:K	A	B	C	D:R	D:K	A	B	C	D:R	D:K
1	40	20	36	16	6	0	0	32	0	0	0	0	88,9	0	0
2:40	40	20	36	16	6	1[1]	0	16	0	1	2,5[1]	0	44,4	0	16,7
3:41	40	20	36	—	—	1	2	8[3]	—	—	2,5	10,0	22,2[3]	—	—
4:41	40	20	36	—	—	0	0	2[1]	—	—	0	0	5,6[1]	—	—
5:41	40	20	36	16	4	3[1]	0	2[1]	1[1]	0	7,5[1]	0	5,6[1]	6,3[1]	0
6:41	40	20	36	16	5	37	20	35	16	5	92,5	100	97,2	100	100
7:41	40	20	36	—	—	40	15	36	—	—	100	75,0	100	—	—
8	40	20	36	17	4	2[1]	0	11[3]	4	0	5,0[1]	0	30,6[3]	23,5	0
9:40	40	20	36	16	5	0	2	8[3]	2[3]	0	0	10,0	22,2[3]	12,5[3]	0
10:40	40	20	36	15	6	0	2	3	0	0	0	10,0	8,3	0	0
12:41	40	20	36	14	6	38	19	36	14	5	95,0	95,0	100	100	83,3
13	40	20	36	15	5	1	0	22	0	0	2,5	0	61,1	0	0
14	40	20	36	—	—	0	0	32[3]	—	—	0	0	88,9[3]	—	—
17	40	20	36	15	5	0	0	16[3]	15[2]	0	0	0	44,4[3]	100[2]	0
18	40	20	36	—	—	0	0	5[3]	—	—	0	0	13,9[3]	—	—

Isoleringar gjordes från 6 plantor: från nr 3 (1 pl.), nr 7 (3 pl.) och nr 12 (2 pl.), varav nr 7 och 12 gåvo det typiska *Fusarium*myceliet, under det att nr 3 ej gav några organismer.

F ö r s ö k. C. Försöket omfattade 2 parceller à 18 plantor för var och en av de 15 sorterna. Vid besiktning i mitten av juli företedde odlingen en bild av kraftig ödeläggelse. Icke endast i kontrollparcellerna utan även bland andra sorter voro talrika plantor utgångna eller visade symtom. Detta förhållande hade ytterligare skärpts vid slutgranskningen i början av september. Resultatet redovisas i tab. 4. I motsats mot i A och B förelåg i C angrepp på nr 2, 9 och 10. Isoleringar visade förekomsten av det typiska *Fusarium*mycelet i 1 planta av nr 10, medan 2 plantor av nr 9 ej gåvo något mycel eller andra organismer. Av nr 2 fanns ej vid någondera avsyningen material, som lämpade sig för isolering; enligt uppgift skulle symtomen ha varit de för vissnesjukan typiska. Av nr 3, 4, 5, 6, 7 och 12 voro kontrollerna liksom 1940 angripna till 100 % eller näst intill. Nr 3 visar 8 angripna plantor, varav 2 uttogos för isoleringsändamål. Intet mycel erhölls, varför orsaken till an-

¹) Botrytisangrepp.
²) Ej vissnesjuka.
³) Angreppets art obekant (ev. vissnesjuka).

greppet ej kunnat fastställas. Nr 4 och 5 hade 2 plantor angripna av *Botrytis*. Av de nya som resistenta betecknade sorterna 1, 8, 13 (tveksam), 14, 17 och 18 hade ingen gått fri från angrepp. Plantornas beskaffenhet medgav isoleringar endast från nr 1 (2 pl.) och 13 (1 pl.). Från dessa erhölls det typiska *Fusarium*mycelet. Ingenting närmare är således känt om angreppets art i nr 8, 14, 17 och 18.

Försök D. Liksom 1940 var odlingen uppdelad på de två platserna R och K. Sedan övriga försök tillgodosetts, var beklagligtvis plantantalet av nr 3, 4, 7, 14 och 18 otillräckligt. Försöket kom därför att omfatta endast sorterna 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13 och 17 med ca 20 plantor av varje. Plantfördelningen framgår av tab. 4.

En preliminär rapport om skadorna erhölls i slutet av juli, och i mitten, av september avsynades försöket vid besök på platsen. Resultatet av granskningen kan utläsas ur tab. 4. Av fjolårets sorter nr 2, 9 och 10 var nr 2 helt frisk i R och hade 1 planta angripen i K, vilken vid isolering gav det typiska *Fusarium*mycelet. Hos nr 9 saknades 2 plantor i R utan att orsaken kunde fastställas, då plantorna försvunnit mellan det rapporten avgavs och avsyningen företogs. I K voro alla friska. Nr 10 hade samtliga plantor friska liksom nr 5. Kontrollerna hade samtliga plantor angripna utom 1 och isoleringar gåvo det typiska mycelet både i R och K. De nya sorterna 1, 8, 13 och 17 företedde stora olikheter, i det att nr 1 och 13 voro friska till 100 %, medan nr 8 hade 4 angripna plantor i R och 0 i K. Isoleringar kunde ej utföras, då plantorna saknades vid granskningstillfället. Alla plantor av nr 17 hade i R symtom, vilka icke voro de för vissnesjuka typiska. Isolering från 3 plantor gav ur de basala delarna men ej från ympstycken högre upp ett mycel av samma utseende som det tidigare erhållna fykomycetmycelet och betecknas därför som cfr. *Phytophthora*.

Iakttagelser utom försöken. Utom försöken undersöktes några prov, som insänts till växtskyddsanstalten från olika platser i landet. Sålunda gjordes isoleringar av svampmycel från asterplantor från Reftele i Småland, från Sollebrunn i Västergötland och från Färjestaden på Öland. Från samtliga gjordes isoleringar av mycel från de inre vävnaderna i stammen jämte spridningar av konidier. Båda slagen av kulturer gåvo mycel av samma utseende. De voro av den vanliga *Fusarium*typen. I fig. 12 äro sporer avbildade från plantor från den första och sista av de nämnda lokalerna.

Sammanfattning och diskussion. Vid en granskning av 1941 års resultat finner man *en del påfallande olikheter mellan de olika försöken*. Liksom tidigare är överensstämmelsen god mellan A och B, varjämte D visar samma tendens. C däremot avviker utom beträffande kontrollerna, som i alla försök visat en mottaglighet på 100 % eller näst intill (endast i ett fall var värdet så lågt som 75 %) samt beträffande nr 5, som visat genomgående resistens mot vissnesjuka på samtliga försöksplatser. I A och B gäller be-

träffande de förmodat resistenta sorterna, att dessa i stort sett dokumenterat sin motståndskraft i enlighet med de givna uppgifterna. I C däremot ha, som tab. 4 visar, angreppsvärden från 8,3 % till 88,9 % antecknats, de obetydliga *Botrytis*förekomsterna ej medräknade. Då det som nämnts varit omöjligt att i önskad utsträckning utföra isoleringar, kunde det ej fastslås, att det berörda angreppet i C verkligen var vissnesjuka. På grund av de enstaka isoleringar, som resulterat i vissnesjukans svamp, och uppgifter, som erhållits att symtomen skulle varit typiska, uppställdes likväl som arbetshypotes, att den stora utgången av resistenta sorter i C verkligen orsakats av vissnesjuka. Med denna utgångspunkt granskades de faktorer, som kunde tänkas ha påverkat förhållandena.

1) Det är känt, att förmodat resistenta astersorter kunna *reagera olika för olika raser av samma svamp*. Riker och Jones (1935) anföra ett exempel härpå. Medan de prövade sorterna visat tillfredsställande motståndskraft mot isoleringar av *F. conglutinans* v. *callistephi* från så vitt skilda håll som Tyskland och Japan och olika lokaler i U. S. A., inträffade ett märkligt undantag i staten Indiana, U. S. A., där samma sorter befunnos vara höggradigt mottagliga. Försök på annat håll med material från Indiana bekräftade resultaten. Med tanke på föregående års större överensstämmelse mellan C och övriga försök är det föga sannolikt, att försök C skulle utgöra en motsvarighet till det beskrivna förhållandet.

2) *Markreaktionen* är en faktor, som kan ha varit av betydelse. Litteraturen rörande vissnesjuka hos aster lämnar endast sparsamma uppgifter om jordreaktionens betydelse. Gaudineau (1935) refererar en undersökning av Wager, som säger, att tillskott av kalk till en jord med pH 7 icke märkbart påverkat sjukdomen. Han har vidare i kulturförsök med aster på jord med olika pH-värden funnit, att vissnesjukan tilltar med tilltagande acciditet, medan ökad alkalinitet minskar sjukdomens betydelse. Några bestämda värden uppgivas ej. Pape (1939) nämner i allmänna ordalag, att kalkbrist gynnar uppkomsten av sjukdomen.

Undersökningar över andra fusarier än vissnesjukans visa, att de i allmänhet ha tillväxt- och reproduktionsförmåga inom tämligen vida gränser. Uppgifter om markreaktionens inverkan på virulensen äro dock sparsamma. Lindfors (1924) meddelar, att för vissa av honom undersökta arter ett tillväxtoptimum föreligger på den sura sidan om neutralpunkten, varpå kurvorna falla mot denna för att sedan åter stiga från pH 7,5 till pH 9. White (1927) anför, att Scott funnit en minimiförekomst av tomatens vissnesjuka vid pH 6,4—7 med en maximifrekvens på ömse sidor. Likaså konstateras maximal tillväxt av organismen i renkultur dels på den sura sidan dels på den alkalina. Detta dubbla maximum för tillväxt och infektion har även påträffats hos *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc. (Hopkins enl. White). White nämner även, att Sherwood till skillnad från Scott funnit minimi-

förekomst av vissnesjuka hos tomat vid pH 4,5—5,3. Själv har WHITE ej funnit korrelation mellan pH-kurvor och patogenitet.

Jordprov insamlades på de olika försöksplatserna och pH-bestämningar utfördes enligt potentiometermetoden. Tab. 5 visar medelvärdena av mätningar under åren 1940, 1941 och 1942.

Tab. 5. *pH-värden hos jorden i fältförsöken.*

(Medelvärden).

Försök	År		
	1940	1941	1942
A	6,7	6,7	6,6
B	7,7	—	7,4
C	—	7,7	7,5
D : R	6,8	6,5	—
D : K	7,0	6,6	—
E	7,1	—	—

Mätningar gjordes även på material utom försöken. Ett prov från Rättvik 1940 hade pH 8,0. I en handelsträdgård i Gnesta med vissnesjuka erhölls ett pH-värde på 6,8. Den systematiska avdelningen av Uppsala botaniska trädgård hade på ett område med angripna astrar pH 7,4 år 1940 och 7,0 år 1942. I A.-B. B. Gustafssons egna odlingar i Gnesta uppmättes ett pH-värde på 7,9.

De gjorda mätningarna visa, att vissnesjuka förekommit från pH 6,5 till pH 8,0. Då man ingenting närmare vet om sjukdomsfrekvensen utom försöken är det inte möjligt att draga några vidare slutsatser. Om WAGERS uppgift är korrekt, (GAUDINEAU, 1935), att vissnesjukan avtar med stigande alkalinitet, skulle de erhållna pH-värdena ej förklara skillnaden mellan försöksresultaten i A och C. Uppgift från Uppsalaförsöket saknas för år 1941. Åren 1940 och 1942 ha pH-värden på 7,7 och 7,4 erhållits. Det finns icke anledning förmoda, att några större avvikelser skulle ha förekommit 1941, utan man kan antaga, att värdet då legat mellan dessa två. Försök B skulle då med avseende på markreaktionen närma sig C. I fråga om sjukdomsfrekvens hör det däremot till samma kategori som A. Detta talar även mot jordreaktionen som orsak till olikheterna.

3) *Temperaturförhållandena* kunna även tänkas ha spelat en roll i detta sammanhang. Litteraturuppgifter på området hänföra sig i allmänhet till marktemperaturen, vilken givetvis är den som direkt påverkar svampen i dess egenskap av markorganism. Generellt gäller att höga temperaturer gynna svampens utveckling. Så anför GAUDINEAU (1935), att svampen har en epi-

demisk utbredning vid marktemperaturer på 20°—25° C men obetydlig vid 17°—20° C. WOLLENWEBER (1935) uppger likaså, att angrepp befrämjas av en temperatur på 20°—25° C och avtar nedåt mot 12° och uppåt mot 32°. Undersökningar över marktemperaturen ha i brist på nödig apparatur ej kunnat göras. Enligt meteorologiska uppgifter ha inga så extrema temperaturförhållanden förekommit, att värdväxten eller parasiten så kunnat påverkas, att de berörda avvikelserna utlösts.

4) Icke heller *nederbördsförhållandena* ha kunnat leverera någon förklaring. Möjligheten till konstgjord bevattning eliminerar givetvis risken för extrem torka. Något övermått av väta har å andra sidan icke förekommit.

En omständighet, som ytterligare försvårar tolkningen av det avvikande försöksresultatet i C, bör även beröras. Med samma härstamning hos fröet förhöllo sig sorterna 2:40, 13 och 14 i firmans egna odlingar annorlunda än i växtskyddsanstaltens försök på samma mark. Vid gradering efter en 5-gradig skala, där 1 betecknar fullständig frihet från angrepp, 2 intill 20 % angrepp, 3 från 20 % till 50 % angrepp, 4 från 50 % till 80 % angrepp och 5 endast enstaka friska plantor, hade 2:40 betecknats med 1 gentemot 3 i växtskyddsanstaltens försök, 13 med 1 mot 3, 14 med 2 mot 5. Av dessa förhållanden att döma förefaller det som om den patogena faktorn skulle ha tillförts utifrån, d. v. s. med de vid Bergshamra uppdragna plantorna. Som nämnts är *Verticillium albo-atrum* känd för att orsaka en vissnesjuka hos sommaraster. BAKER et al. (1940) uppge, att den visar symtom lika dem som äro typiska för fusariosen, och anse, att en del fall av utebliven resistens hos vissa asterraser äro att tillskriva angrepp av denna svamp. I föreliggande fall kan detta icke utgöra förklaringen ty dels ha plantorna dragits upp i steriliserad jord, dels har i A och B med samma plantmaterial intet tecken på angrepp förekommit. Svampen har ej heller blivit funnen vid något isoleringsförsök. Det har tidigare visats, att cfr. *Phytophthora* kunnat vara orsak till nedsatt resistens. Av samma skäl som ovan avvisas även denna möjlighet.

Av det sagda framgår, att frågan tills vidare undandrar sig bedömande.

1942 års försök. Olikheterna i 1941 års försök ansågos motivera, att undersökningarna utsträcktes över ännu en vegetationsperiod. Det var angeläget att anskaffa frö av just de sorter som visat de största avvikelserna. Tyvärr visade det sig dock ej möjligt i önskad utsträckning, då de rådande krisförhållandena medfört minskad frötillgång. Bland de 13 sorter, som erhöllos från Gnesta, återfunnos 1, 14 och 18 av de »kritiska» i 1941 års försök. Numreringen, som skedde efter samma system som 1941, visar vilka sorter som äro nya och vilka som förekommit tidigare. Av återstående frö från 1941 års försök utsåddes 7 nummer, däribland 13 och 17. Grobarheten var mycket ojämn och uppkomsten dålig i somliga nummer, varför försöken måste nedskäras avsevärt. Följande sorter kommo att ingå i försöken, vilka detta år voro

A, B och C:

1:42. Queen of the market. Flesh pink. Resistent.
2. American Branching. Purple. Resistent.
4:41. Ball's early phlox pink. Resistent.
6. Aster multiflorus. Vit. Alla angripna i Gnesta 1941.
7:42. Jugend. Laxfärgad.
8:41. Crego Orchid. Resistent.
9. Surprise. Lila. Alla angripna i Gnesta 1941.
12:41. Sonnenstrahl. Gul.
13:41. Queen of the market. Deep rose. Resistent?
14:42. » » » » Scarlet. Resistent.
17:41. Heart of France. Resistent.

Försök A. Det erhållna plantantalet medgav endast 2 parceller à 20 plantor för varje sort utom 14:42, som blott gav 1 parcell med 12 plantor. Till kontroller utvaldes nr 6, 7, 9 och 12.

Liksom i föregående försök utdifferentierades snart markerade skillnader i angrepp hos de olika sorterna, i det att kontrollerna uppvisade ett stort antal angripna plantor gentemot fullt friska plantor i övriga nummer. Förhållandet mellan de olika sorterna, sådant det tedde sig vid avräkning i september, är åskådliggjort i tab. 6. Därav framgår att de som resistenta uppgivna sorterna visat sig 100 %-igt friska, medan kontrollerna blivit angripna av vissnesjuka till 100 %.

Ett antal isoleringar gjordes från kontrollplantor med svaga symtom. De gåvo samtliga det vanliga *Fusarium*mycelet. För att pröva några resistenta sorter uttog jag 5 till synes fullt friska och kraftigt utvecklade plantor, som stodo intill angripna plantor i kontrollparceller, nämligen av 13:41 (1 planta), 17:41 (1 planta), 4:41 (1 planta) och 2 (2 plantor). Av nr 13 togs ett stamparti ca 3 cm från rothalsen, vilket från 1 ympstycke av sammanlagt 5 gav ett vitt mycel av obekant art och inga organismer i övrigt. Hos nr 17 voro vid upptagningen några sidorötter mörknade och huvudroten visade sig i tvärsnitt vara partiellt mörkfärgad i veden. Ympbitar togos från en mörknad rot, från övre delen av huvudroten samt från stammen ca 3 cm ovan rothalsen. Som kulturresultat erhölls i samtliga fall det typiska *Fusarium*-mycelet, starkt förorenat av bakterier från rotstyckena, renare från stamstyckena. De delar av rot och stam, från vilka ympbitarna tagits, lades sedan i »fuktig kammare» (steril petriskål med steriliserade, fuktade filtrerpappersremsor). Efter några dagar utväxte ur kärldelen — företrädesvis från de missfärgade partierna — ett mikrokonidiebildande *Fusarium*mycel. Ytan var fri från mycel, vilket visar att ytsteriliseringen varit effektiv, varför man med visshet kan säga, att mycelet härrörde från plantans inre delar. Övriga 3 plantor gåvo inga organismer. Om denna förekomst av mycel i en planta av resistent sort skall tydas som exempel på att mycelet kan intränga i växten,

men sedan ej förmår utveckla sig vidare på grund av outredda och svåråtkomliga förhållanden inom värdväxten, kan möjligen ett större material ge svar på. I detta fall kan det givetvis tänkas, att plantan, om den lämnats kvar på växtplatsen längre — den skördades dock så sent som den 2 september — skulle kommit att visa symtom. Ingen planta av detta nummer företedde dock tidigare eller i fortsättningen något tecken på angrepp. Ullstrup (1937) har funnit obetydligt angrepp på rötterna hos plantor av resistenta sorter liksom någon mycelutveckling inuti vävnaderna, medan en mera utbredd förekomst av hyfer som hos mottagliga sorter ej observerats. Några histologiska grunder för dessa olikheter har han ej kunnat fastställa.

Försök B. Försök B omfattade endast 7 sorter, vilka återfinnas i tab. 6. Nr 7 och 9 utsågos till kontroller. Försöket fortlöpte i överensstämmelse med A, i det en skarp skillnad visade sig mellan kontrollerna, som angripits till 100 %, och de 100%-igt friska, som resistenta uppgivna sorterna. Försöksresultatet framgår av tab. 6. Utom kontrollerna visade endast nr 13:41 något spår av angrepp med 3 plantor med mycket svårbestämda symtom på grund av alltför avancerat stadium. Isoleringar kunde ej göras, varför ingenting bestämt kan sägas om angreppets art. Kontrollsorterna gåvo vid isolering det typiska *Fusarium*mycelet.

Försök C. Försöket omfattade 8 sorter med 2 parceller à 20 plantor för varje sort, desamma som i B jämte 14:42. Av de »kritiska» numren i 1941

Tab. 6. *Resultat av 1942 års försök med odling av resistenta och mottagliga astersorter på infekterad jord.*

Sort	Totala antalet plantor			Antal angripna plantor			Procent angripna plantor		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1:42	40	20	40	0	0	0	0	0	0
2	40	—	—	0	—	—	0	—	—
4:41	40	—	—	0	—	—	0	—	—
6	40	—	—	0	—	—	0	—	—
7:42	40	20	40	40	20	40	100	100	100
8:41	40	20	40	0	0	0	0	0	0
9	40	20	40	40	20	40	100	100	100
12:41	40	—	—	40	—	—	100	—	—
13:41	40	20	40	0	3[1]	0	0	15,0[1]	0
14:42	40	—	40	0	—	8	0	—	20,0
17:41	40	20	40	0	0	0	0	0	0
18:42	40	20	40	0	0	0	0	0	0

[1]) Angreppets art obekant.

års försök förekommo sålunda nr 1, 13, 17 och 18 på alla tre försöksplatserna och nr 14 i A och C.

Försök C visade detta år god överensstämmelse med A och B. Kontrollerna hade sålunda angripits till 100 %, medan övriga sorter visade full resistens med undantag för nr 14:42, som angripits till 20 %. Angreppet visade sig först vid det sista besöket på platsen. Eftersom sorten var tidig, voro symtomen delvis svåra att skilja från rena mognadsföreteelser. Strimmor med sporsamlingar voro dock möjliga att iakttaga på en del grenar. Isoleringsförsök gjordes med 2 plantor, vilka från alla ympstycken gåvo det typiska mycelet.

I a k t t a g e l s e r u t o m f ö r s ö k e n. I Uppsala botaniska trädgårds systematiska avdelning insamlades angripna astrar med symtom på vissnesjuka. Isoleringar gåvo det typiska *Fusarium*mycelet.

Vid besök i Gnesta studerades även firman B. Gustafssons egna asterodlingar. Därvid genomgingos två planteringar av mottagliga astersorter såsom Jugend, Surprise, Elegans m. fl., på platser, där aster tidigare ej odlats och som lågo på större eller mindre avstånd från övriga asterodlingar. I ena fallet rörde det sig om ett vallbrott ca 300 m från trädgården. Där kunde inga som helst symtom på vissnesjuka upptäckas, utan plantorna voro fullt friska och normalt utvecklade, medan motsvarande sorter i huvudodlingen voro starkt angripna eller helt utgångna. I det andra fallet odlades plantor av Jugend, Surprise och Unicum på ett nylagt trädgårdsland ett 100-tal meter från huvudodlingen. Ej heller där iakttogos några vissnesjuka plantor. På båda platserna höllo sig plantorna friska under hela vegetationsperioden.

Isoleringar gjordes även ur material från den tidigare försöksplatsen E (jfr 1940). I samtliga fall (även vid konidiespridning) erhölls det typiska *Fusarium*mycelet.

I en handelsträdgård invid Roslagstull i Stockholm insamlades sjuka asterplantor, som icke hade de för vissnesjuka typiska symtomen utan förmodades vara angripna av cfr. *Phytophthora*. Från 2 plantor gjordes isoleringar, vilka resulterade i det väntade fykomycetmycelet.

I en handelsträdgård vid Frescati insamlades ett likartat material. Även detta gav cfr. *Phytophthora*.

S a m m a n f a t t n i n g. *Årets tre försök visa god överensstämmelse sinsemellan.* Av de problematiska sorterna i 1941 års försök visar nr 14:42 ett angrepp på 20 % i C, medan de övriga där äro fullkomligt friska. I B förekom ett angrepp av obestämd art på 15 % i nr 13:41. Tab. 5 visar att skillnaderna i pH på de olika platserna bestå. Detta bekräftar antagandet att denna faktor ej varit bestämmande för uppkomsten av avvikelserna i C år 1941. Intet har framkommit, som kunnat förklara dessa förhållanden. Som helhetsomdöme kan sägas, att försöken visat resistens och mottaglighet hos de olika sorterna i huvudsaklig överensstämmelse med de givna uppgifterna.

Tab. 7. *Sammanställning av de olika årens försöksmaterial och frekvens av vissnesjuka i fältförsöken A, B och C.*

År	Totala antalet plantor			Antal angripna plantor			Procent angripna plantor		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1939	608	300	400	66	30	240	10,6	10,0	60,0
1940	600	300	400	243	83	186	40,5	27,7	46,5
1941	600	300	540	117	60	180 260	19,6	20,0	33,3 48,1
1942	480	140	320	120	40	88	25,0	28,6	27,5
	2 288	1 040	1 660	546	213	694 774	23,9	20,5	41,8 46,6

I tab. 7 äro de tre fältförsöken A, B och C sammanställda för att visa försöksmaterialet i dess helhet och demonstrera sjukdomsfrekvensen på de olika lokalerna. Endast till vissnesjukan har tagits hänsyn. För försök C år 1941 (jfr tab. 4) ha två värden medtagits, det lägre avser plantantalet med angreppen av oviss art frånräknade, i det högre ha de »kritiska» sorterna medräknats som vissnesjuka. Siffrorna bli i en del fall missvisande, då icke alltid samma sortantal förekommit på alla lokalerna vid samtidiga försök. Sålunda är i 1939 års försök 10,6 % angripna plantor i A relativt sett för lågt; med samma sorter som i B och C (jfr tab. 2) skulle värdet 12,0 erhållits. Detsamma gäller 1940 års försök (jfr tab. 3), där 40,5 % i A under motsvarande förutsättning skulle bli 33,9 %. I 1942 års försök skulle efter omräkning till samma sorter som i B (jfr tab. 6) värdet i A förändras till 28,6 % och i C till 31,4 %. Vidare måste man taga hänsyn till den omständigheten, att antalet mottagliga sorter varit olika stort de olika åren, varför t. ex. sänkningen av sjukdomsfrekvensen i C kan vara endast skenbar. Högsta antalet mottagliga sorter förekom där 1939, det lägsta 1942.

Med de nämnda reservationerna är tabellen dock belysande för förhållandet mellan de olika försöken. Den visar, att sjukdomsfrekvensen i C med den sedan länge infekterade jorden genomgående är högre än i A och B (även 1942, med 31,4 % mot 28,6 % i A och B efter omräkning med B som standard). Vidare framgår, hur ringa angreppet 1939 var på de för aster nya försöksjordarna i A och B i jämförelse med C, samt att denna olikhet betydligt utjämnats i 1940 års försök. Det lägre värdet i B vid detta tillfälle har tidigare satts i samband med det förhållandet, att ingen ympning av försöksjorden då gjordes på denna lokal. Parallelliteten i övrigt mellan försök A och B är tydlig. I det sista årets försök ha skillnaderna mellan de tre lokalerna i huvudsak utjämnats, så att inga väsentliga olikheter föreligga i sjukdoms-

frekvens. Detta innebär närmast en genomförd infektion av jorden i A och B.

En mera fullständig bild av vissnesjukans utbredning i landet än den som givits av de observationer som gjorts i samband med undersökningarna samt av insända prov och rapporter, har ej kunnat erhållas. Tillsammans med uppgifter i centralanstaltens och växtskyddsanstaltens diarier från tidigare år visa de oss likväl — i den mån det gjorts klar skillnad mellan vissnesjukan och den basala stjälkrötan — att sjukdomen förekommer i alla landskap upp till Ångermanland. Ingångna meddelanden ha vittnat om ett mångenstädes förhärjande uppträdande, som vållat odlarna stora bekymmer.

Det är av intresse att märka, att några förekomster av *Verticillium* även noterats i diarierna under åren. Denna svamp bör tydligen alltså icke helt lämnas ur räkningen, om också de företagna undersökningarna visat, att den icke behöver tillmätas någon större betydelse.

2. *Försök med jorddesinfektion.*

För att pröva effektiviteten av formalinsterilisering av »astersjuk» jord gjordes några smärre försök år 1939 och 1942.

1939 års försök. (Försök A:c). Från en trädgård, där jag tidigare utfört asterförsök och där marken var starkt infekterad efter ympning med jord från den odling vid Skogshögskolan, där JONES iakttagit vissnesjuka 1930, hämtades jord, som behandlades på följande sätt. Hälften genomdränktes med formalin (¼ l. formalin till 10 l. vatten), hölls täckt med väv några dygn och lämnades sedan att lufta ur. Återstoden lämnades obehandlad. Sedan formalinlukten försvunnit, fylldes de båda jordpartierna i vardera två i jorden något nedsänkta, formalinbehandlade lådor, som var och en planterades med 10 st plantor av nr 9 (= fältförsökets ena kontrollsort). Efter 3 veckor märktes tydliga angrepp i de obehandlade lådorna, medan alla plantor i formalinbehandlad jord voro friska (Fig. 4). Vid slutgranskning av försöket hade alla plantor i den obehandlade jorden dött, medan i den behandlade alla utom 2 voro friska. Dessa 2 plantor visade samma symtom som de tidigare i kontrollerna (och i fältförsöket) iakttagna, och isoleringsförsök gav ett *Fusarium*mycel av samma utseende (Tab. 1). Den tydliga skillnaden i utveckling, som bilden visar, talar för steriliseringsmetodens effektivitet. Att angrepp sedermera förekommit även i den behandlade jorden får sannolikt tillskrivas sekundärinfektion. Möjlighet finns också att något litet parti av jorden ej blivit fullständigt genomdränkt, varför mycelet där kunnat fortleva och sedan utvecklas vidare för att så småningom göra sina parasitära egenskaper gällande. Detta är dock föga sannolikt med tanke på de omgrävningar av jorden, som företogos. Det är av intresse, att sort nr 9 här angripits i motsats mot vad fallet var i fältförsöket.



Fig. 4. Försök A: c 1939. Odling av mottaglig astersort i infekterad jord, obehandlad i a, formalinsteriliserad i b. Endast enstaka förkrympta plantor återstå i a, i b äro alla plantor friska och väl utvecklade.

1942 års försök. Samma jord användes som i 1939 års försök och undergick samma behandling. I var och en av de 4 lådorna (2 behandlade och 2 obehandlade kontroller) sattes 8 plantor, 4 av den resistenta sorten Aurora Golden Sheaf och 4 av den icke resistenta Jugend. Efter 2 veckor voro alla Jugendplantor i obehandlad jord angripna och döda, medan alla Auroraplantor stodo friska. I den formalinbehandlade jorden voro alla plantor friska och normalt utvecklade (Fig. 5). Efter ytterligare 4 veckor kunde angrepp konstateras hos Jugendplantor även i den behandlade jorden. I den ena lådan visade sålunda 2 plantor av de 4 tydliga symtom med mörka strimmor utmed stjälken och de övriga 2 endast obetydlig missfärgning hos bladen. I den andra lådan visade 1 planta Jugend mycket svaga symtom. Under 6 veckor syntes det alltså, som om jorddesinfektions-metoden haft åsyftad verkan och förintat eller så hämmat den parasitära organismen, att den som mycket mottaglig kända astersorten Jugend förmått utveckla sig normalt. Angreppet i de behandlade lådorna kan förklaras på flera sätt. Att det inträffade efter så lång tid, tyder på att en sekundärinfektion kan tänkas. Det

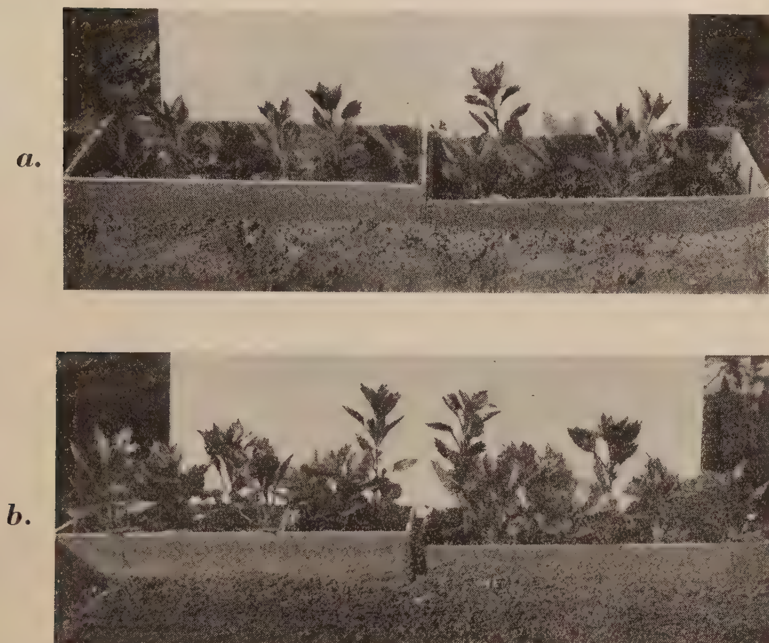


Fig. 5. 1942 års försök. Odling av mottagliga och resistenta astersorter i infekterad jord, obehandlad i a, formalinsteriliserad i b. I a är den mottagliga sorten nedvissnad, medan den resistenta står frisk. I b äro båda sorterna friska.

är ej uteslutet, att en spridning av jord eller avfall av angripna plantor från kontrollådorna trots ett avstånd på ca 2 meter kunnat ske antingen under blåst eller genom medverkan av djur, t. ex. fåglar. Måhända gäller även den förklaringen, som framfördes i diskussionen av föregående försök, nämligen att steriliseringsförfarandet icke kommit att bli till 100 % effektivt. 2 plantor med mycket svaga symtom uttogos till isolering och gåvo det vanliga *Fusarium*mycelet.

3. *Infektionsförsök.*

Det konstanta sambandet mellan astersjukdomen med de beskrivna symtomen och ett *Fusarium*mycel gör det sannolikt att svampen ifråga verkligen är orsak till sjukdomen. Bevisat blir detta dock först av positiva resultat av infektionsförsök med värdväxten och renkulturer av svampen samt återisolering av vederbörande svamp. Sådana försök ha utförts parallellt med fältförsöken och varit av två slag, dels försök med odling i krukor i växthus och utomhus, dels försök med odling i kolvar under strängt kontrollerade betingelser.

1940 års försök. Försöket omfattade odling av icke resistenta astersorter i krukor med steriliserad jord, som ympats med ett antal svampar. Plant-

materialet utgjordes av de sorter som användes som kontroller i fältförsöken. Plantantalet medgav ej att samma sorter genomgående användes i båda försöken. Plantfördelningen framgår av tab. 8 och 9. Med avseende på jordens behandling var försöket uppdelat i två grupper. I ena fallet autoklavsteriliserades krukorna med jord vid 120° C under 2 timmar 2 gånger (försök At.), i det andra ugnsteriliserades krukorna och jorden formalinsteriliserades (¼ l. formalin till 10 l. vatten. Försök Fr.). Följande svampstammar användes:

537:4. *Fusarium oxysporum f. 6.*
537:5. » *conglutinans* v. *callistephi.*
537:7. » » » »

Samtliga erhållna från Uppsala och använda vid infektion av försöksfälten 1939 och 1940.

508. *Fusarium sp.* isolerad från angripen aster i försök A, 1939.
594. » » » » » » i Uppsala botaniska trädgårds systematiska avdelning.
680. Cfr. *Phytophthora* isolerad från angripen aster i Svedens handelsträdgård, Ulriksdal.

Tre veckor innan försöket sattes i gång, ympades svamparna för förökning i tuberkulinkolvar på ett substrat av finfördelade blad och stjälkar av lupin försatt med något vatten.

Ympningen av krukjorden tillgick så, att en uppslamning från kulturkolvarna göts i planteringshålet för varje planta, varvid även något av substratet tillsattes med tanke på den i de flesta fallen dåliga konidiebildningen. Krukorna höllos i växthus under vegetationsperioden för att risken för sekundärinfektion skulle bli så liten som möjligt. Försöksresultaten framgå av tabellerna 8 och 9. Tyvärr var det mig inte möjligt att göra isoleringar i alla förekommande fall av angrepp. Resultatet av de utförda isoleringarna framgår av tab. 10.

Som synes av tab. 10 har infektion med de från synbarligen vissnesjuka astrar isolerade *Fusarium*stammarna 508 och 594, givit positivt resultat. I samtliga undersökta fall har den ympade svampen åter erhållits, i icke undersökta fall ha symtomen antecknats som typiska. Kulturerna 537:4, 5 och 7 ha ej framkallat den typiska sjukdomsbilden. Ympning med 680 gav ett mera förbryllande resultat, i det en blandning av olika mycel erhölls vid isolering från angripna plantor men i intet fall den till infektion använda. Orsaken till denna infektion har ej kunnat fastställas. Två angrepp i kontrollerna ha varit orskade av *Botrytis*. Att 537:4, 5 och 7 i detta fall icke visat sig virulenta kan bero på att de under längre tid hållits i artificiell kultur. Armstrong et al. (1940) uppge att äldre isoleringar av *Fusarium vasinfectum* Atk. varit mindre patogena gentemot bomullsplantan än yngre kul-

Tab. 8. *Antal angripna plantor pr ympad svampstam och astersort i infektionsförsök At 1940.*

(Antal plantor pr svampstam = 6, pr astersort = 3).

	537 : 4		537 : 5		537 : 7		508		594		680		K		
	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	1	7	12
Efter 4 veckor	0	0	0	1[1]	0	0	3	3	1	1	3	2	0	0	0
» 6 »	0	0	0	1	0	0	3	3	2	2	3	3	0	0	0
» 11 »	1[1]	0	0	1	0	0	3	3	2	2	3	3	0	0	1[1]
Summa angripna plantor...	1[1]	0	0	1[1]	0	0	3	3	2	2	3	3	0	0	1[1]

Tab. 9. *Antal angripna plantor pr ympad svampstam och astersort i infektionsförsök Fr 1940.*

(Antal plantor pr svampstam = 6, pr astersort = 3).

	537 : 4		537 : 5		537 : 7		508		594		680		K	
	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	7
Efter 4 veckor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3	0	0
» 6 »	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	2	3	0	0
» 11 »	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	2	3	1[1]	0
Summa angripna plantor...............	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	2	3	1[1]	0

Tab. 10. *Utförda isoleringar i infektionsförsök i kruka 1940. (Försök At och Fr).*

Ympad svampstam	Totala antalet plantor	Antal angripna plantor	Antal isoleringar	Isolerad svamp
537 : 4	12	1	1	Botrytis
537 : 5	12	1	1	»
537 : 7	12	0	—	—
508	12	12	3	Den ympade svampen
594	12	5	3	» » »
680	12	11	3	Fusarium o. andra mycel. Ej utgångsmaterialet.
K	15	2	2	Botrytis

[1]) Botrytisangrepp.

turer. Å andra sidan hävda WELLMAN och BLAISDELL, (1939), att stammar av *F. bulbigenum*. v. *lycopersici*, som hållits i kultur många år (ej uppgivet hur många), visat sig lika höggradigt virulenta som nyisolerade.

1941 års försök. Försöken omfattade infektionsförsök under strängt kontrollerade betingelser med samodling i kolvar av aster och olika svampstammar, jämte krukförsök av ungefär samma typ som 1940.

a) *Kolvförsöket*. Försöksmetodiken var den av MELIN (1936) använda, varvid svamp och värdväxt samodlas i kolv på ett substrakt av sand och närlösning. Sanden erhöll genom sållning en kornstorlek av 0,5—2 mm, tvättades och slammades samt fylldes på 500 cc Erlenmeyer-kolvar — 150 cc pr kolv — tillsammans med 45 cc närlösning (enl. HATCH och HATCH, MELIN 1936). Kolvarna tillslötos med bomullsproppar och steriliserades 20 minuter i autoklav vid 120°. Till försöksväxt utvaldes en lågvuxen, tidig sort, Weibulls nr 496, Chrysanthemum, rosa. Fröna ytsteriliserades i klorkalklösning (WILSON, 1915) under 1½ timme och utlades till groning i Petriskålar på steril vattenagar, för att eventuella infektioner skulle vara lätta att uppdaga (MELIN, 1936). Steriliseringsmetoden visade sig otillfredsställande för detta material, i det att en hög procent infekterade frön erhölls. För att undvika att luftblåsor häftade vid frönas håriga yta och höllo dem flytande och förhindrade steriliseringsvätskans effektiva beröring av hela fröet, skakades fröna i tvålemulsion och 95 % alkohol före klorkalkbehandlingen. Resultatet var fortfarande dåligt, och ett nytt försök gjordes med sterilisering i sublimat (0,1 % — 20 minuter) efter sköljning i 95 % alkohol. Denna metod gav endast enstaka ej aseptiska frön, men i stället nedsattes grobarheten i hög grad, och ett stort antal frön behövdes för att erhålla tillräckligt plantantal. Klorkalkmetoden kom därför än en gång till användning under noggrant aktgivande på alla detaljer i förfarandet. Det erhållna plantmaterialet var resultatet av dessa två behandlingsmetoder. Svampkulturerna utgjordes av 8 olika stammar:

828. *Fusarium sp.* isolerad från vissnesjuk aster i försök C 1940
845. » » » » » » » » A »
854. » » » » » » » » » »
869. » » » » » » i Uppsala botaniska trädgårds systematiska avdelning,

alla varandra lika till utseendet.

537: 4. *Fusarium oxysporum f. 6* = 1940 års försök.
537: 5 » *conglutinans* v. *callistephi* = 1940 års försök.

Som jämförelse medtogos:

877. *Fusarium sp.* isolerad från aster med stjälkbasröta i försök D 1940.
680. Cfr. *Phytophthora* = 1940 års försök.

Kulturerna voro härledda ur enspormycel från vattenagar (utom 680, som ej bildat några spridningskroppar i kultur).

Först iordningställdes 8 oinfekterade kontroller med följande tillvägagångssätt. Ett planteringshål uttogs med flamberad glasstav i mitten av substratytan och sterilt vatten tillsattes vid planteringen, som utfördes så aseptiskt som möjligt. Varje kolv försågs med 1 planta. Övriga kolvar — 7 för varje svampstam — behandlades på analogt sätt med det sterila vattnet utbytt mot 1 cc av en suspension av respektive svampstammar. Endast för 680 uttogos små agarkuber med mycel, och placerades i planteringshålen. Bomullsproppparna skyddades av glasbägare stödda av en metalltrådsställning kring kolvens hals. Kolvarna höllos under vegetationsperioden i ett hus med nätväggar och snedställt glastak försett med skugganordning.

Försöket granskades efter 8 dagar, varvid överensstämmelse konstaterades ifråga om utveckling och allmänt utseende av plantorna både i kontrollerna och de infekterade numren utom 680. Medan plantorna hos de övriga voro normalt gröna och de första örtbladen började framträda, voro de flesta exemplaren av 680 mycket svagt utvecklade och av en grågul färg samt delvis övervuxna av mycel. Några sådana plantor togos ut aseptiskt, styckades och lades på agarplattor liksom portioner av substratet från olika delar i kolven. I alla undersökta fall erhölls den ursprungliga organismen åter i fullkomlig renkultur. Efter ytterligare 14 dagar hade kontrollplantorna lämnat de övriga bakom sig i utveckling, men några av dem tycktes stanna av och skotten hade en del nekrotiska partier. 3 plantor uttogos aseptiskt och undersöktes mikroskopiskt i steril miljö, varvid sådana tecken kunde iakttagas, som tydde på mekanisk skada (vid överflyttningen till kolven). Rotsystemen voro fullt normala. Mikroskopering av plantorna, sedan delar av rötter, hypokotyl och blad lagts på agarplattor liksom portioner av substratet, avslöjade inga organismer. Agarkulturerna gåvo som resultat, att inga organismer utväxte vare sig från plantfragment eller substratportioner utom i ett fall, där från ett rotparti en bakteriekoloni utvecklade sig.

Av de infekterade numren hade 680 vid detta tillfälle samtliga plantor helt övervuxna av mycel. Stickprov gav liksom tidigare genomgående den till ympning använda svampen. Av övriga överensstämde 537: 4 och 537: 5 sinsemellan med tämligen svagt utvecklade plantor, varav en del något gulnande. I 828 voro alla plantor mer eller mindre bruna, 845 och 854 överensstämde sinsemellan med bruna hypokotyler hos några exemplar och plantorna i övrigt mer eller mindre klorotiska. I 869 hade däremot alla plantor normalt utseende och voro friskt gröna till färgen. Några symtom lika groddbrand, som utvecklas hos fritt växande småplantor angripna av vissnesjuka, kunde icke iakttagas. Observationer gjordes med jämna mellanrum under vegetationsperioden, varvid exemplar, som företedde symtom, skördades och användes till isoleringsförsök. Hos de mera utvuxna exemplaren, där ört-

blad utvecklats, kunde symtomen något bättre iakttagas och beskrivas. Därvid observerades, att vissnandet hade en märkbart basipetal utveckling, i det att örtbladens spetsar först blevo bruna, medan basen ännu var grön. Hypokotylen, som nedtill var friskt grön, hade en brun zon vid bladfästena. Vid urvaskning i sterilt vatten visade det sig, att somliga rötter voro bruna och en mantel av hyfer omspann rotsystemets olika förgreningar.

Mikrotomsnitt färgade med karbolthionin (STOUGHTON, 1930) undersöktes mikroskopiskt. Sålunda granskades t. ex. rot och hypokotyl av planta 854:6. Därvid befanns roten vara helt genomvuxen av hyfer, som i parenkymcellerna ställvis i form av nystan mer eller mindre helt utfyllde dessa och på sina håll även förekommo i rothåren. I kärldelen följde de längsaxeln. I hypokotylen kunde hyfer ej iakttagas i kärlen. Dessa voro fyllda av en starkt färgbar substans, vilket ofta — jämte hyffyllda kärl — förekommer hos fritt växande angripna plantor. Däremot förekom mycel i parenkymet i hypokotylen. Möjligen är den speciella utbildningen av symtomen en följd av detta förhållande. I första hand inverkar dock sannolikt den fuktighetsmättade atmosfär, vari plantorna vuxit, till att de typiska vissnesymtomen uteblivit. Det finnes uppgivet i litteraturen (WILSON, 1936), att vissnesjuka småplantor tillfälligt tillfrisknat vid överföring till en miljö, där transpirationen är avsevärt reducerad.

De beskrivna förhållandena ansluta sig till vad LINFORD (1931) funnit i liknande försök med ärt och *F. orthoceras* v. *pisi*. Han säger, att symtomen ej helt överensstämt med dem som uppträda i det fria. Sålunda voro skador på rötterna med förstöring av barkvävnaderna mera utpräglade än vanligt. Hyfförekomsten i kärlen var mindre utbredd och ej inskränkt till veddelen utan påträffades även i sildelen och i kambiet. Avvikelserna från det typiska tillskrivas de exceptionella kulturbetingelserna i kolvarna.

Fig. 6 visar de tre nummer som jämte kontrollerna hade överlevande plantor vid försökstidens utgång. Där framgår tydligt den stora skillnaden i utveckling mellan ympade och oympade kolvar. Tyvärr ges en skev bild av försöket och gradskillnaden blir ej åskådliggjord på rätt sätt därigenom, att inga representanter för numren 828, 845 och 869 kunnat tagas med. Där fanns i själva verket en uppdelning i tre grupper: I: de friska och långt utvecklade kontrollerna, II: de avbildade 3 numren, 537:4, 537:5 och 877 där de tillförda organismerna tydligen haft en hämmande inverkan på plantornas utveckling men ej verkat förgörande, III: nr 828, 854 och 869, där de ympade organismerna medfört plantornas död. Även inom denna grupp förekom variation, i det att inkubationstiden var längre hos nr 869 än hos de övriga numren. Försöksresultaten framgå av tab. 11.

b) *Krukförsöket.* Parallellt med kolvförsöket, som med sina strängt aseptiska förhållanden avlägsnar sig långt från de för växten naturliga, anlades ett krukförsök under mindre strängt kontrollerade betingelser. Sålunda



Fig. 6. Infektionsförsök i kolv 1941. a: oympad kontroll, b: ympning med nr 877, c: ympning med nr 537: 4, d: ympning med 537: 5.

ympades krukor med formalinsteriliserad jord på samma sätt som i kolvförsöket med svampstammarna nr 537:4 och 5, 828, 845, 854, 869, 877 och 680. Försöket omfattade 2 krukor med 2 plantor i varje av samma astersort som i kolvförsöket för var och en av svampkulturerna jämte 2 oinfekterade kontroller med 3 plantor vardera. Krukorna utsattes efter försökets färdigställande i det fria och nedsänktes till ⅔ i jorden på en plats väl skild från

Tab. 11. *Antal angripna plantor per ympad svampstam i infektionsförsök i kolvar 1941.*
(Totala antalet plantor per svampstam = 7).

537 : 4	537 : 5	828	845	854	869	877	680	K
2	1	7	7	7	7	2	7	0

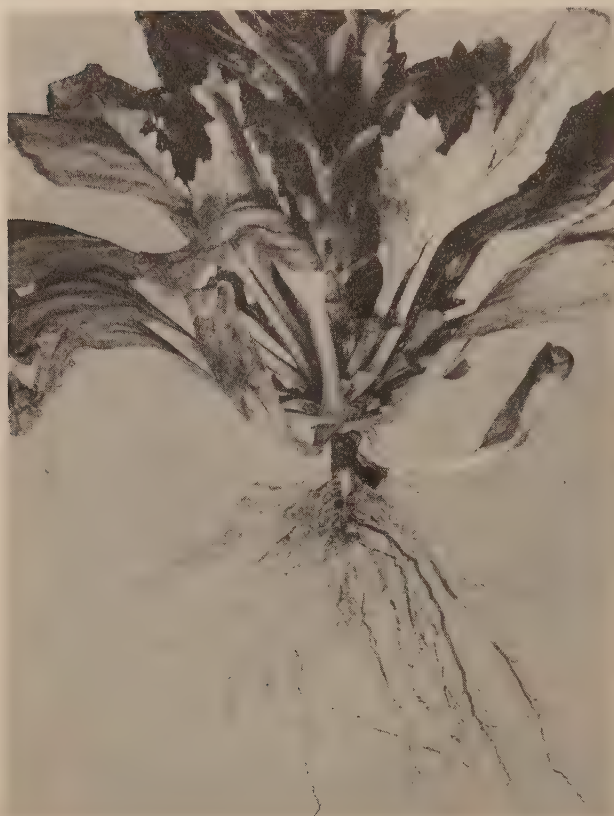


Fig. 7. Infektionsförsök i kruka 1941. Planta ympad med kultur nr 828. Angripna rötter och vissnandesymtom hos en del blad.

övriga asterodlingar. Vid observationer under försökets gång konstaterades de för vissnesjuka typiska symtomen inom flera nummer och vederbörande plantor togos till mikroskopisk undersökning och isolering. Fig. 7 visar rotsystemet hos en angripen planta (828: 2) med blott enstaka mörknade rötter. Riklig förekomst av hyfer i kärlen konstaterades och de till ympning använda svamparna erhöllos åter i agarkulturerna, något bakterieförorenade i en del fall. Lyckade infektioner fastställdes inom 828, 845, 854, 537: 5 och 680. Antalet angripna plantor framgår av tab. 12. Några fall av vissnande, där symtomen voro olika de för *Fusarium*infektion typiska, inträffade även och befunnos bero på *Botrytis*förekomst. Angreppet fortskred här i motsatt riktning med början i plantans perifera ovanjordiska delar, möjligen föregånget av någon mekanisk skada genom gnag eller annan åverkan.

Krukorna kommo att bli stående i växthus någon tid efter det försöket avbrutits, och därvid iakttogs fortsatt angrepp i 680. Isolering gav det inympade fykomycetmycelet.

Tab. 12. *Antal angripna plantor per ympad svampstam i infektionsförsök i krukor 1941.*

(Totala antalet plantor per svampstam = 4, i K = 6).

537 : 4	537 : 5	828	845	854	869	877	680	K
0	2	4	4	4	0	0	2	0

Sammanfattning. En jämförelse mellan de två infektionsförsöken år 1941 visar som allmän tendens inom båda, att de från vissnesjuka astrar i fältförsöken isolerade svampstammarna dokumenterat sin patogenitet med reservation i kolvförsöket för de typiskt symtomatiska uttrycken. Den längre inkubationstid som 869 visade i kolvförsöket, går igen i krukförsöket i skärpt form, i det att vid försökets avbrytande ingen infekterad planta antecknades. Det utomordentligt hastiga infektionsförloppet i kolvförsöket för nr 680 saknade sin motsvarighet i krukförsöket, där detta nummer i detta hänseende ej skilde sig från *Fusarium*stammarna. Att ympning med 537:4 och 5 gav så tvivelaktiga svar på frågan om de äro patogena eller ej — hämmad utveckling eller obetydligt angrepp — kan som tidigare nämnts förklaras antingen med att svamparna på grund av tämligen hög kulturålder »degenererat» eller att de äro svaga patogener, verksamma endast under vissa betingelser. En fråga, som icke tagits hänsyn till, är i vad mån infektionsförmågan är beroende av förekomsten av yttre skador som inkörsportar till värdväxten. Beach (1918) har gjort försök med infektion av intakta och på olika sätt sårade plantor, varvid han erhållit procentuellt högre angrepp hos plantor med skadade rötter än med orörda.

1942 års försök. Försöken upprepades 1942 efter i stort sett samma linjer som tidigare och omfattade liksom då kolv- och krukförsök.

a) *Kolvförsöket.* Kulturkärl, substrat och steriliseringsförfarande voro desamma som i 1941 års försök. Plantmaterialet utgjordes av Weibulls nr 495, Dvärg-Chrysanthemum, vit. Fröet behandlades denna gång enligt Gloyers (1931) sublimatmetod. Förfarandet visade sig ha kraftigt nedsättande verkan på grobarheten, varför steriliseringstiden betydligt nedbringades. En del frön voro då ej aseptiska, men alla till synes ytsterila överfördes till nya vattenagarplattor, där deras renhet kontrollerades. Beträffande tid för ympning och plantering fick denna gång samtidigheten träda tillbaka och valet stod mellan två andra principer. I det ena fallet skulle man genom att först introducera svampen i kulturmiljön och därefter plantera skapa förhållanden, som mera överensstämde med infektion under naturliga förhållanden. I det andra fallet skulle vid plantering före ympningen skador, som eventuellt uppkommit på plantorna vid deras överföring till kolvarna, läkas och härigenom med ett intakt utgångsmaterial ett bättre kriterium skapas på svamparnas angreppsförmåga. Vidare skulle med säkerhet kunna avgöras, att plantorna verkligen »gått till» vid överflyttningen till kolvarna, och man skulle lättare kunna avgöra, om senare uppkomna skador vore en följd av infektionen. Det senare alternativet kom till utförande. Plantorna fingo tillväxa i kolvarna, tills första paret örtblad blivit synligt, varefter ympning skedde. Följande svampstammar användes till infektion:

900. *Fusarium sp.* isolerad i försök A, 1941
909. » » » » » B »
967. » » » » » D (K), 1941
Jä. » » » » » » (R), »
537:4 = 1941
537:4/7 återisolerad 537:4 i 1941 års kolvförsök.
537:7. *Fusarium conglutinans* v. *callistephi*, = 1940.
680 = 1941.
Fusarium sp. isolerad 1941 från Soja.

Varje svampstam jämte kontroller förekom i 5 upprepningar. Ympningen tillgick så, att med en glasstav fördjupningar gjordes i substratet på 3 ställen runt plantan på ett avstånd av 2 cm från denna. Där nedfördes mycelbevuxna agarkuber med en yta av ca 2 mm² och täcktes med substratet. I K skedde samma behandling med uteslutande av svampkultur. Kolvarna förvarades under försökstiden som år 1941.

Vid en första granskning — efter 10 dagar — hade plantorna av nr 680 tydliga symtom på angrepp, medan de övriga voro fullt normala. Några nummer skördades under iakttagande av alla försiktighetsmått, och de angripna plantorna prövades i maltagarkulturer. I samtliga fall erhölls den ympade organismen åter både från plantorna och portioner av substratet. Vid en följande genomgång av försöket gjordes en gradering efter en 5-gradig skala, där 1 betecknar fullt friska och väl utvecklade plantor, 2 fullt friska, något svagare plantor, 3 svaga plantor utan symtom, 4 plantor med svaga symtom av missfärgning och vissnande, 5 plantor med tydliga symtom. Resultatet är grafiskt framställt i fig. 8. I ord uttryckt innebär detta, att svaga eller mera utpräglade symtom framträdde inom numren 900 och 909. Dessa hade det klorotiska utseende, som påminner om de tidiga symtomen hos fritt växande plantor. Några groddbrandsymtom kunde lika litet som i 1941 års försök iakttagas. Nr 680 karakteriserades liksom 1941 av ett snabbt sjukdomsförlopp, som resulterade i plantornas snara nedvissnande. I övriga nummer kunde en hämning av tillväxten iakttagas med undantag för kontrollerna, där plantorna syntes utveckla sig normalt och genomgående voro större och kraftigare än i något annat fall. I fortsättningen uttogos stickprov för kulturändamål av plantor med symtom. Sålunda undersöktes t. ex. 909/4. Ett utdrag ur arbetsprotokollet kan tjäna som typbeskrivning: »Äldsta bladpar gulnat, bladskaft bruna, rötfläck med spridning ett stycke in på bladskivan. Yngre blad med bruna prickar utmed nerverna. Ett av dessa blad med ett större nekrotiskt parti på skivan. Hypokotylen gulbrunt färgad, mer eller mindre genomskinlig. Rotsystem svagt. Flertalet rötter så skadade att de slitits av vid plantans varsamma lösgörande ur substratet, medföljande rötter mer eller mindre mörkfärgade.» Mikroskopisk

undersökning visade förekomst av hyfer i hypokotyl och bladskaft. Isoleringsförsök med hypokotylen som utgångsmaterial gav efter ytsterilisering den tillförda svampen åter i renkultur. Av 537: 7/1 med liknande men mindre utpräglade symtom erhölls — likaledes efter ytsterilisering — det ympade mycelet liksom från portioner av substratet.

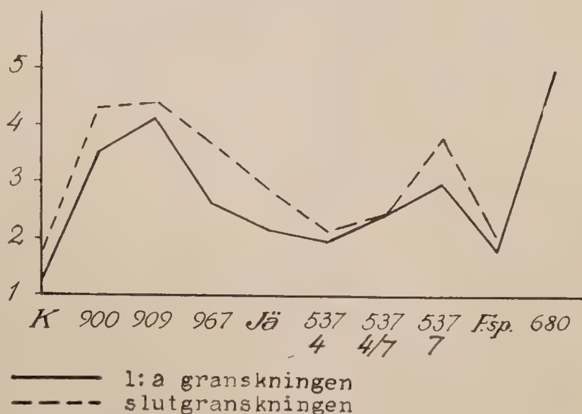


Fig. 8. Resultat av infektionsförsök i kolvar 1942. Förklaring i texten.

En förnyad granskning med gradering mot slutet av vegetationsperioden gav det resultat som är åskådliggjort i fig. 8. Den tendens som visat sig vid den första granskningen har skärpts, men icke i samma mån som i föregående års försök, ty antalet plantor med tydliga symtom är i jämförelse därmed tämligen obetydligt. Den tydligaste gradskillnaden uttryckes i förhållandet mellan kontrollerna å ena sidan och de ympade kolvarna å den andra. Den i sista graderingen förekommande stegringen i K från 1,2 till 1,8 betingas av ett fall av infektion i K nr 4. Isolering gav ett mycel både från plantan och substratet, som hade samma egenskaper som 537: 7. Hur denna infektion kommit till stånd är svårt att avgöra. Det kan förefalla, som om ett nummer av 537: 7 fått fel etikettering, helst som ett nummer av denna kultur saknades. Emot detta talar dock den stora noggrannhet, som nedlagts på försökets utförande jämte det faktum, att kontrollerna iordningställts före de andra. Man kan vidare utläsa en kategoriklyvning, som ställer 900, 909, 967 och 537: 7 i en klass för sig, som med någon variation omfattar de mest virulenta typerna. Som kraftigast verkande framstå de två numren 900 och 909, vilka som tidigare påpekats trots isolering på olika lokaler ha samma härstamning genom att de införts i försöken med samma plantmaterial. Av de i fältförsöken isolerade stammarna skiljer sig Jä genom mindre utpräglad virulens från de övriga, däribland även den på samma lokal isolerade 967. Nr 537: 4 och 4/7 skilja sig endast obetydligt från varandra och utmärkas av hämmad utveckling av plantorna men utan direkta symtom. *F. sp.* från Soja har haft endast svag inverkan på plantorna men skiljer sig dock tydligt från kontrollerna.

b) *Krukförsöket.* Parallellt med kolvförsöket anlades ett försök i krukor under för växten mera naturliga betingelser. Behandling av jord och krukor var densamma som 1941. Ympningen skedde på sätt analogt med kolvförsöket och med samma svampstammar. Likaså var plantmaterialet detsamma

Tab. 13. *Antal angripna plantor per ympad svampstam i infektionsförsök i krukor 1942.*

(Totala antalet plantor per svampstam = 6).

537 : 4	537 : 4/7	537 : 7	900	909	967	Jä	F. sp.	680	K
0	0	0	2	3	3	1	1	6	0

liksom uppdragningen av plantorna. Varje svampstam var representerad av 2 krukor med 3 plantor i varje. För att de späda plantorna skulle få tillfälle att stabilisera sig i skyddad miljö, höllos krukorna någon tid i växthus, innan de utsattes på en plats väl skild från övriga asterodlingar. De nedsänktes något i jorden och placerades två och två med 60 cm avstånd mellan de olika ympningarna. Försöket granskades upprepade gånger under vegetationstiden och isoleringar gjordes från angripna plantor. Tab. 13 visar resultatet av försöket, sådant det tedde sig vid slutavräkningen.

Vid ett tillfälle utsattes försöket för svår skadegörelse av sniglar, som avåto bladen, så att endast skaften återstodo. Detta försvårade givetvis kontroll av symtomen, men nya blad och skott sköto så småningom och försöket kunde genomföras som det från början varit tänkt. Liksom i alla tidigare fall där detta nummer förekommit (med undantag för krukförsöket 1941) var 680 mycket starkt virulent, och plantorna visade efter kort tid den sjukdomsbild — en allsidigt nedsatt turgescens — som tidigare konstaterats typisk. Isoleringar gåvo det ympade mycelet åter i renkultur. De i fältförsöken isolerade numren 900, 909 och 967 befunnos tydligt virulenta. Plantorna företedde typiska symtom med ensidigt minskad turgescens samt missfärgning och förkrympning av bladen. Efter upptagning visade det sig, att rotsystemen som helhet voro oskadade och blott hade enstaka mörkfärgade rötter, alltså av samma typ som fig. 7 visar. Isoleringar gåvo de ympade svamparna åter. Jä avviker med en saknad planta utan uppgift om den eventuella skadans art. Återstående plantor ha beskrivits som svagt utvecklade. Nr 537: 4, 4/7 och 7 hade icke orsakat angrepp. I *F. sp.* saknas även 1 planta utan uppgift om orsaken. Övriga plantor visade intet tecken på angrepp. Kontrollerna voro samtliga friska och väl utvecklade.

Sammanfattning. 1942 års infektionsförsök ha i stort sett givit samma resultat som föregående år. Beträffande kolvförsöket har relativt sett förekomsten av från astrar isolerade *Fusarium*stammar i kolvarna haft en tydlig inverkan på plantornas utveckling, så att påtaglig hämning kunnat konstateras i samtliga fall i jämförelse med de oinfekterade kontrollerna. Absolut sett ha otvetydiga angrepp i vissa fall kunnat fastställas. Utgående från 1941 års försök skulle man kunna anse de från insamlat material av vissnesjuka astrar isolerade *Fusarium*stammarnas patogenitet bevisad, ty introduktion

av dessa i värdväxtens livsmiljö medförde angrepp på plantorna, vilket så småningom resulterade i deras dödande. Det andra villkoret, återisolering av den tillförda organismen från angripna plantor, uppfylldes även. Det kompletterande krukförsöket, där de för vissnesjuka typiska symtomen fastställts, ger ytterligare stöd för uppfattningen. Det 1942 upprepade försöket, vilket med delvis förbättrad metodik var avsett att bekräfta eller vederlägga de tidigare vunna resultaten, pekade i samma riktning, även om resultaten här få betecknas som i vissa fall något vagare. Den använda astersorten var icke densamma som föregående år, vilket möjligen kan ha inverkat på resultatet. Det får dock genom de utförda infektionsförsöken anses bevisat vad fältförsök och isoleringar låtit förmoda, nämligen, *att den typ av släktet Fusarium, som konstant befunnits associerad med vissnesjuka asterplantor, verkligen är denna sjukdoms orsak.*

Av de övriga fusarierna — nr 537:4, 4/7, 5, och 7, 877 och *F. sp.* från Soja — ha de 4 första genom angrepp på enstaka plantor i kolvförsöket givit antydan om parasitära egenskaper under vissa betingelser. Under de mera naturliga odlingsförhållanden, som krukförsöken erbjödo, var däremot deras patogenitet utan betydelse (537:5?). *F. sp.* från Soja har icke visats vara patogen på aster. Fykomyceten cfr. *Phytophthora*, 680, slutligen har under alla förhållanden, varunder den sammanförts med asterplantor, visat sig vara virulent, i de flesta fall i så hög grad, att samtliga plantor efter kort tid dukat under för angreppen. Dock har sjukdomen i detta fall varit av en annan typ än vissnesjukan och har i allmänhet utan svårighet kunnat diagnosticeras.

4. *Försök med från aster isolerade svampar i renkultur.*

A. Kultur på olika substrat.

a) *Kultur på ris.* 1) I 100 cc kolvar bereddes ett substrat av 6 gr risgryn och 10 cc destillerat vatten, varpå kolvarna steriliserades i autoklav vid 1 atm. övertryck under 15 minuter. Kolvarna ympades sedan med 1-sporkulturer av *Fusarium*stammarna 537: 4, 537: 4/7, 537: 7, 845 och 869 samt insattes i + 25° termostat. Efter 14 dagar granskades kulturerna med avseende på pigmentbildning och mycelets utseende. Resultatet framgår av tab. 14.

2) Med någon modifiering i substratets dosering — 15 cc ris och 15 cc destillerat vatten — anlades ett liknande försök med följande kulturer: 537: 4, 537: 7, 900, 909, 967, Jä, *F. sp.* från Soja och 680. Efter 17 dagar avslutades försöket. Resultatet framgår av tab. 14.

Sporförhållandena undersöktes även. I alla *Fusarium*kulturerna fanns tämligen sparsamt med makrokonidier, vilka alla voro av mycket onormalt utseende och icke lämpade för närmare studium. Nr 680 hade inga spridningskroppar.

Tab. 14. *Odling av olika svampstammar på ris.*

Svampkultur	Pigment		Luftmycel	
	Försök 1	Försök 2	Försök 1	Försök 2
537 : 4	rosa	karmin	yvigt vitt	t. tunt vitt-rosa
537 : 4/7	rosa	—	yvigt vitt	—
537 : 7	karmin	karmin	yvigt rosa	yvigt vitt-rosa
845	intet	—	yvigt vitt	—
869	intet	—	tunt vitt	—
900	—	intet	—	tunt vitt
909	—	intet	—	tunt vitt
967	—	intet	—	yvigt vitt
Jä	—	orange	—	yvigt rosa-gult
F. sp.	—	intet	—	yvigt rosa
680	—	intet	—	bomullslikn. vitt

Sammanfattning. Försöken uppenbara en skillnad i förmågan av pigmentbildning, som i stort sett fördelar sig så, att de från typiskt vissnesjuka astrar i fältförsöken isolerade svamparna med undantag för Jä, som haft en orangefärgad ton i substratet, icke bildat något pigment på riset, medan de övriga *Fusarium*stammarna givit upphov till en röd färgutveckling av växlande styrka.

b) *Kultur på olika agarsubstrat.* För att med den lineära tillväxten som måttstock erhålla uttryck för skiljaktigheter eller överensstämmelser mellan de olika astersvamparna under varierade näringsförhållanden odlade jag samma stammar som i försök a: 2 med undantag för 680 i petriskålar på 5 skilda agarsubstrat: 1) stärkelseagar (BALZER, 1930), 2) samma substrat men utan tillsats av järn, 3) asparaginagar (BROWN, 1925), 4) växtskyddsanstaltens standardagar, 5) maltagar (2,5 %). Varje svampstam förekom i 3 upprepningar. Kulturerna höllos vid + 25° i ett mörkt konstantrum. Efter 5 och 10 dagar mättes tillväxten. Detta tillgick så att den radiära mycelutbredningen mättes från var och en av det tillförda ympstyckets 4 sidor. För varje svamp erhöllos således 12 mått, varav sedan medeltalet beräknades.

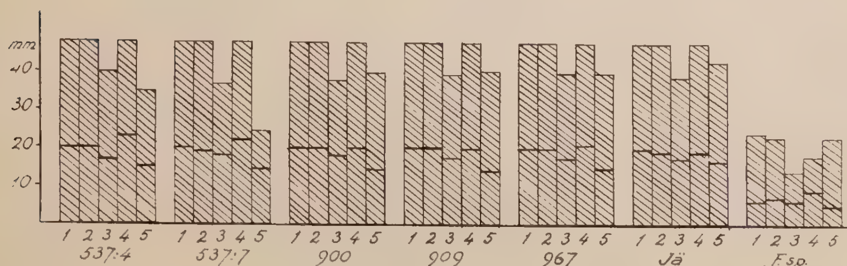


Fig. 9. Den radiära myceltillväxten på olika agarsubstrat. (Varje stapel betecknar ett substrat (numreringen är densamma som i texten). Nedre delen av staplarna betecknar tillväxten efter 5 dagar, hela staplarna efter 10 dagar.)

Tillväxten var överlag så regelbunden, att mycket små variationer förekommo i varje skål. De erhållna värdena äro åskådliggjorda i diagrammet i fig. 9. De högsta staplarna beteckna, att mycelen vuxit helt ut till skålens kanter. Med undantag för *F. sp.*, som intar en särställning, visa de olika numren blott obetydlig variation sinsemellan. Endast beträffande maltagar kunna vissa olikheter utläsas. Sålunda utgöra 537: 4 och 7 en enhet gentemot de övriga asterfusarierna genom svagare tillväxt på detta substrat, medan å andra sidan Jä tycks visa en något kraftigare tillväxt än dessa. Om *F. sp.* gäller att den på alla substrat haft betydligt svagare tillväxt än de övriga svamparna. Till skillnad mot dessa har den haft maximal tillväxt även på maltagar.

B. Olika temperaturers inverkan på tillväxten.

För att studera olika temperaturers inverkan på den radiära tillväxten anlade jag ett försök i petriskålar i termostater inställda på olika gradtal. Försöket omfattade samma svampar som i föregående försök jämte nr 680. Substratet var maltagar. Varje svamp förekom i 4 upprepningar för varje temperatur utom *F. sp.* från Soja, som representerades av endast 3 skålar i varje försöksled. De undersökta temperaturerna voro + 5°, + 10°, + 15°, + 20°, + 25°, + 30°, + 35°. Den heldragna linjen i den grafiska framställningen i fig. 10 visar den radiära tillväxten efter 1 vecka. Därav framgår att för de 4 i fältförsöken isolerade asterfusarierna 900, 909, 967 och Jä optimum för den radiära tillväxten vid de undersökta temperaturerna ligger vid + 25°, varefter kurvan faller mot + 30° för att vid + 35° beteckna, att ingen tillväxt ägt rum. De 3 numren 900, 909 och 967 visa en fullt parallell utveckling, medan kurvan för Jä har ett annat förlopp. Vid den lägsta temperaturen, + 5°, har i motsats mot de förra tillväxt ägt rum, och vid + 30° är denna mindre än hos de övriga. Av övriga fusarier ha 537:4 och *F. sp.* från Soja optimum vid + 30° och 537: 7 likformig tillväxt vid + 25° och + 30°. Nr 680 slutligen har en något lägre optimumtemperatur och någon tillväxt vid + 5°. Den streckade linjen i fig. 10 avser mätningar efter 2 veckor. Här

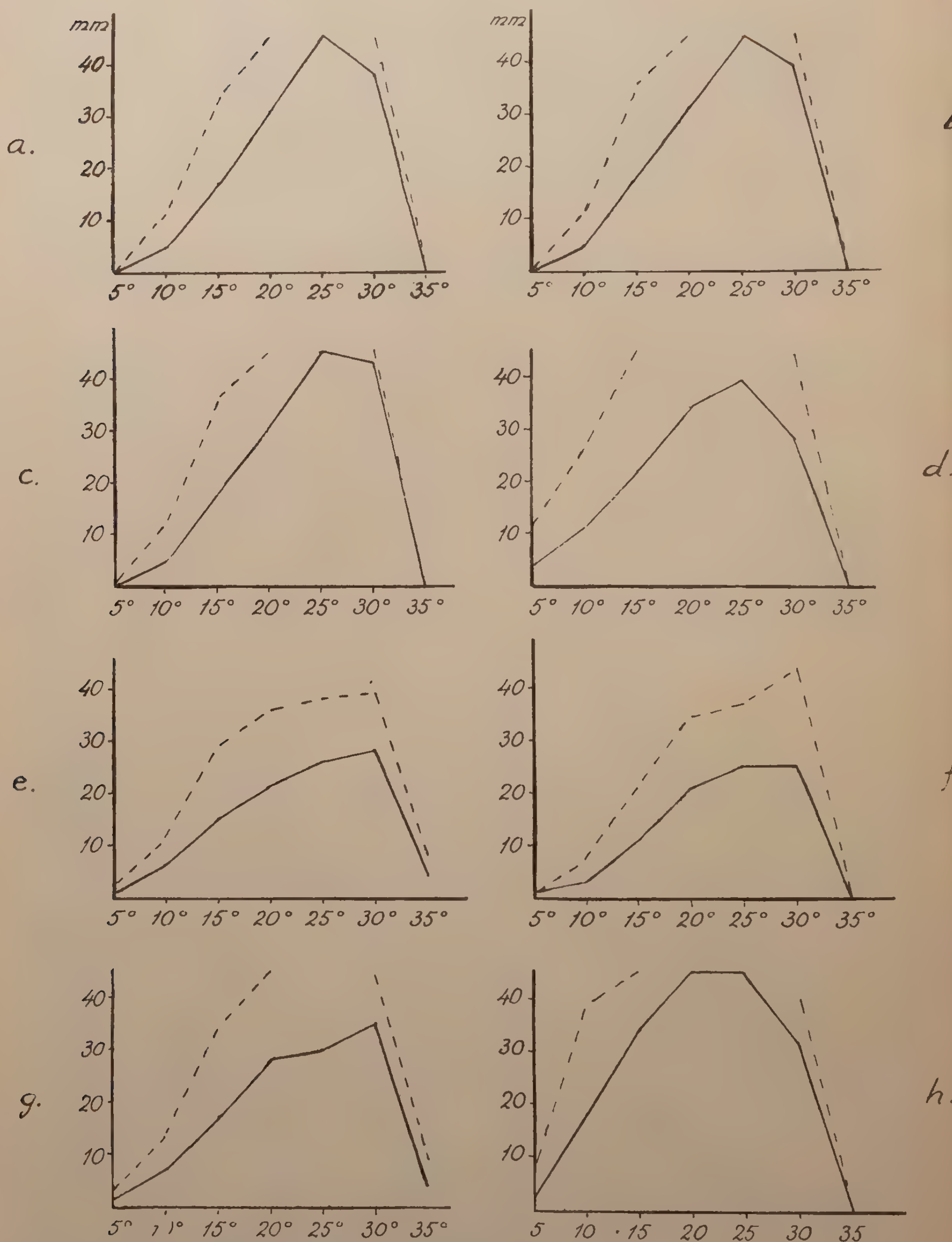


Fig. 10. Den radiära myceltillväxten vid olika temperaturer.
——— efter 7 dagar, - - - efter 14 dagar.
a = 900, b = 909, c = 967, d = Jä, e = 537: 4, f = 537: 7, g = *F. sp.*, h = 680.

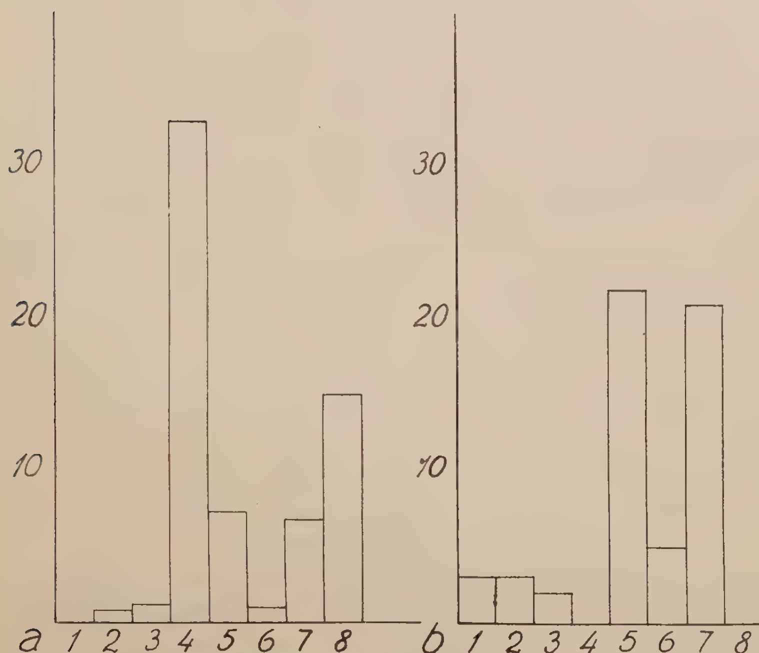


Fig. 11. Den radiära myceltillväxten efter 6 veckor vid a) + 5° och b) + 35°. 1 = 900, 2 = 909, 3 = 967, 4 = Jä, 5 = 537: 4, 6 = 537: 7, 7 = *F. sp.*, 8 = 680.

ges ej någon fullständig bild av förhållandena, emedan mycelen vid och omkring optimumpunkterna redan kommit att täcka skålarnas hela yta, varför inga exakta mått kunnat tagas vid dessa temperaturer. Det har dock sitt intresse att följa utvecklingen och konstatera, att de vid förra tillfället funna tendenserna i stort sett bibehållits. Parallelliteten mellan 900, 909 och 967 är sålunda fullständig, medan avvikelsen hos Jä kvarstår oförändrad vid lägre temperaturer men har utjämnats vid de högsta. Nr 537: 7 har liksom 537: 4 optimum vid + 30°. *F. sp.* har mera närmat sig 900, 909 och 967 men skiljer sig från dessa genom tillväxt vid + 35°. 680 beskriver i stort sett samma kurva som tidigare och visar liksom Jä kraftigare tillväxt vid lägre temperaturer än de andra.

Skillnaderna mellan de olika stammarna komma bäst till uttryck i deras reaktion inför ytterlighetsförhållanden, vilket åskådliggöres av diagrammet i fig. 11, som visar tillväxten vid + 5° och + 35° efter 6 veckor. Vid den lägsta temperaturen visa 900, 909 och 967 ingen eller ytterst obetydlig mycelutveckling, medan Jä avviker genom sin kraftiga tillväxt. Detta förhållande återspeglas, ehuru mindre markant, vid + 35°, där mätbar tillväxt förekommer hos 900, 909, 967, medan Jä icke utvecklats vidare. Beträffande 967 och Jä är detta av särskilt intresse, emedan kulturerna härstamma från samma lokal.

Av övriga fusarier ha alla förmågan att tillväxa vid båda temperaturerna, större vid den högre, mindre vid den lägre.

En jämförelse med litteraturuppgifter om andra kärlfusarier visar, att optimum för den radiära tillväxten ligger mellan + 25° och + 30°. Sålunda uppger HAYMAKER (1928) att 2 stammar av *F. bulbigenum* v. *lycopersici* ha optimum vid + 28°, RYKER (1935) nämner samma värde beträffande fusarios hos selleri. WOLLENWEBER och REINKING (1935) uppge för asterfusariosen + 27°. I föreliggande fall ha temperaturer mellan + 25° och + 30° icke kunnat prövas, det är möjligt, att om så kunnat ske, högre temperatur än + 25° befunnits optimal för vissa stammar. Att optimum för tillväxten ofta kan korreleras med opitimum för angreppsförmåga, framgår av litteraturen på området. Sålunda uppge WOLLENWEBER och REINKING (1935), att angrepp gynnas av temperaturer på + 20°— + 25° och att vissnesjukan avtar nedåt till + 12 och uppåt till + 32°.

C. Identifieringsförsök.

Det har nämnts, att de undersökningar, som gjorts i skilda länder över sommarasterns vissnesjuka visat, att den orsakas av slemmögelarterna *Fusarium conglutinans* v. *callistephi* och *Fusarium oxysporum f. 6*. Sedan det konstaterats, att den i vårt land viktigaste sjukdomen på sommaraster är identisk med den typiska kärlfusariosen, återstod att fastställa, vilken eller vilka arter som här komma ifråga.

Det visade sig snart, att en viss genomgående *Fusarium*typ erhölls vid isoleringar från material ur fältförsöken och de odlingar utom försöken vilka varit föremål för undersökning. Redan tidigt var det tydligt, att dessa isoleringar icke överensstämde med de från Uppsala erhållna kulturerna, som betecknats som *F. conglutinans* v. *callistephi* och *F. oxysporum f. 6.*, vare sig detta berodde på att det var fråga om en tredje art eller att de två identifierade så starkt förändrats, »degenererat», under de år de hållits i kultur (åtm. sedan 1937), att de icke längre voro typiska. Enligt COONS och STRONG (1931) skall dock en tid av 10—15 år i artificiell kultur ej märkbart ha förändrat vissa undersökta arter.

De *Fusarium*arter som orsaka vissnesjuka ha av WOLLENWEBER (1913, 1935) på grund av sin enhetliga konidieform sammanförts till sektionen *Elegans*. I motsats mot arter tillhörande andra sektioner bilda de flesta hithörande ett vinrött färgämne vid odling på ris. De två arter, som befunnits associerade med asterns vissnesjuka, tillhöra varsin grupp inom sektionen, resp. *Orthocera* och *Oxysporum*, vilka skiljas genom vissa sporkaraktärer. Variationer förekomma dock i stor utsträckning, vilka föra de båda grupperna nära varandra och göra identifieringen till en vansklig sak. Som hjälp vid artbestämningen, då det gäller just dessa två arter, torde vid sidan av de

mera svårhanterliga sporkaraktärerna reaktionen vid odling på ris vara av värde, i det att *F. conglutinans* v. *callistephi* icke utbildar det för sektionen typiska färgämnet.

De undersökningar som refereras nedan, avsågo dels att genom jämförelser mellan de olika kulturerna söka fastslå, om de isolerade stammarna utgöra en och samma art, som förmodats, dels att om möjligt bestämma arten.

a) *Undersökningar över sporförhållandena.* Tidigare har nämnts att makrokonidiebildningen hos de erhållna isoleringarna varit ytterst sparsam och ofta helt uteblivit — förhållandena voro ensartade antingen det gällde isoleringar ur vävnaderna av angripna plantor eller resultatet av spridningar från sporsamlingar på stammarna — varför bestämningsarbetena blivit synnerligen försvårade. För att studera sporkaraktärerna sådana de te sig på det naturliga substrat, som stjälkarna av sjuka asterplantor utgöra, gjordes avbildningar med hjälp av ritkamera och mätningar av sporer efter skrapningar av sporsamlingar på stammarna. Fig. 12. visar det allmänna utseendet hos konidierna och överensstämmelsen hos material från 3 olika lokaler, försök A, Reftele i Småland och Färjestaden på Öland. Från dessa gjordes samtidigt spridningar parallellt med isolering av mycel från de inre vävnaderna för att pröva om samma art förelåg. Det kunde givetvis även tänkas, att den yttre organismen vore en ovidkommande saprofyt. Av den fullständiga överensstämmelsen i utseende mellan de erhållna mycelkulturerna drogs tillsvidare den slutsatsen, att de tillhörde samma svamp. Av 9 st utförda spormätningar (ca 50 sporer pr planta) erhöllos följande värden på de 3-septerade makrokonidierna:

37,6 × 4,5	
31,3 × 3,8	
34,4 × 4,1	
35,9 × 4,2	M = 35,3 × 4,2
31,7 × 4,0	
36,8 × 4,3	
37,3 × 4,5	
35,1 × 4,0	
37,4 × 4,1	

Dessa mått och konidiernas utseende tyder på *F. oxysporum f. 6.* snarare än *F. conglutinans* v. *callistephi* av de två sannolika asterfusarierna. (Ytterligare någon art vore måhända tänkbar).

För att få till stånd en rikligare konidiebildning i artificiell kultur gjordes försök med substrat, som av olika författare rekommenderats och använts i detta syfte, såsom lupinstjälkar, asterstjälkar, agar med asterextrakt, potatisproppar, potatisagar och Browns syntetiska agar (1925). Därvid visade det sig, att konidiebildningen ibland blev avsevärt förbättrad, men många gånger

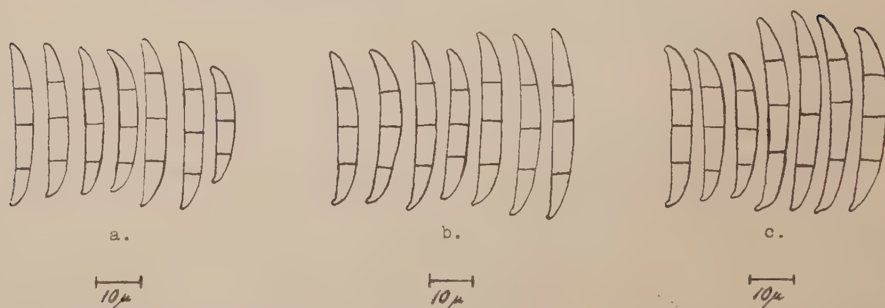


Fig. 12. Sporer från stammarna av vissnesjuka astrar. a från försök A, b från prov insänt från Reftele, Småland, c från prov insänt från Färjestaden, Öland.

åstadkoms ingen förändring, och framför allt utmärktes förhållandet av stor oregelbundenhet. Att denna obenägenhet för konidiebildning var en specifik egenskap hos den undersökta svampen och icke framkallad av några allmänt olämpliga kulturbetingelser, visades av att andra fusarier (*F. culmorum*, *F. sp.* från Soja, *F. dianthi* Prill. et Del.), som samtidigt hållits i kultur, bildat rikligt med typiska konidier, som gjort artbestämningen lätt i de två identifierade fallen. Slutligen användes även agarsubstrat berett på enbart ledningsvatten för att genom »utsvältning» försöka stimulera svampen till rikligare makrokonidiebildning. Detta lyckades även, men de erhållna sporerna avveko genom sin mera långsträckta form och det större antalet flersepterade konidier så långt från utseendet under mera »normala» förhållanden (t. ex. på stammarna av angripna plantor), att metoden icke hade värde ur artbestämningssynpunkt. Som exempel kunna anföras resultaten av spormätningar av 2 isoleringar på vattenagar och av konidier på stammen av samma plantor: 1) 40,2 × 3,9 resp. 37,6 × 4,5; 2) 38,5 × 3,9 resp. 35,1 × 4,0. Metoden användes dock vid jämförelse mellan olika isoleringar genom avbildning med ritkamera och mätningar, varvid en överensstämmelse i stort lät förmoda den artsamhörighet, som redan de yttre karaktärerna hos kulturerna gjort sannolik. Den användes även för framställning av 1-sporkulturer till infektionsförsöken.

b) *Anastomosförsök.* I avsikt att på en annan väg pröva artsamhörigheten mellan erhållna mycel anlades ett försök enligt den metod som introducerats av LIHNELL (1939) och som grundas på det av BULLER (1933) o. a. (LAIBACH, KÖHLER, FORSTENEICHNER enl. BULLER) funna förhållandet, att vegetativa anastomoser mellan hyfer tillhörande artskilda mycel icke komma till stånd. Omvänt borde alltså uppkomna anastomoser borga för artsamhörigheten mellan de ingående mycelen.

Förutom de *Fusarium*mycel som skulle undersökas, medtogs även som kontroll en mycelkombination av *Helminthosporium papaveris* Saw., som fanns i kultur på grund av samtidiga försök med vallmobränna. Denna sist-

nämnda visade med tydliga anastomoser, att metodiken nyttjats på rätt sätt. Hos de sammanförda *Fusarium*mycelen av stammarna 537: 4, 5 och 7, 828, 845 och 869 kunde däremot inga anastomoser upptäckas. Hyferna löpte ofta intill varandra utan att någon upplösning av väggarna kunde iakttagas. Upprepning av försöket gav samma resultat. Härmed må dock icke vara sagt, att anastomoser verkligen ej förekommit. Det i jämförelse med den använda *Helminthosporium*arten täta och tämligen fina *Fusarium*mycelet erbjöd vissa svårigheter för en detaljerad iakttagelse. Det negativa resultatet, som skenbart skulle kunna tillmätas den innebörden att samtliga mycel tillhöra olika arter, får därför behandlas med försiktighet.

c) Till identifieringsförsöken böra även de på annat håll beskrivna försöken med odling på ris räknas (jfr sid. 47—48).

Sammanfattning. Om man sammanfattar resultaten av identifieringsförsöken, finner man att, i den mån positiva utslag erhållits, dessa delvis motsäga varandra. Så tyda sporundersökningar av färskt material på att den undersökta organismen snarast vore *F. oxysporum f. 6.* medan försök med odling på ris uppenbarat oförmågan hos de ur fältförsöken isolerade fusarierna att bilda rött pigment, vilken negativa karaktär talar till förmån för *F. conglutinans* v. *callistephi.*

För att få den främste specialistens utlåtande om de olika *Fusarium*stammarna sände jag ett urval isoleringar till Dr. H. W. WOLLENWEBER i Berlin-Dahlem, som benäget underkastade dem granskning och utförde bestämningar. Av dessa kulturer voro 900, 909, 951, 967 och Jä isolerade från astrar med typiska vissnesjukesymtom och utom nr 951 de till kolvförsöket 1942 använda. Nr 964 var isolerad från aster i försök D år 1941 med icke typiska symtom. Nr 537: 4 och 537: 7 voro de i kolv- och krukförsöken 1940, 1941 och 1942 samt till infektion av försöksjordarna använda arterna, vilka i en tidigare undersökning bestämts till *F. oxysporum f. 6.* resp. *F. conglutinans* v. *callistephi.* Resultatet av de utförda bestämningarna var följande:

Nr 900:	*Fusarium*	*conglutinans* Wr.	v.	*callistephi* Beach
909:	»	»	»	»
951:	»	»		»
967:	»	»		»
Jä:	»	»		»
964:	»	*oxysporum* Schl. v. *aurantiacum* (Lk) Wr.		
537: 4:	»	*orthoceras* App. et Wr.		
537: 7:	»	»		

Beträffande de 4 första nämnes att en av dem, icke uppgivet vilken, avvek genom större spormått och tillhörde den typ, som tidigare brukat betecknas som *F. conglutinans* v. *majus.* Wr., men som efter revidering av släktet inordnats under v. *callistephi.* Det hade varit av intresse att veta om denna

morfologiska olikhet gäller Jä, som i försöken visat sig avvika ifråga om vissa egenskaper i kultur.

Här har alltså antagandet bekräftats, att de svampstammar, som isolerats från vissnesjuka astrar i fältförsöken, tillhöra en och samma art. Det har fastställts, att denna art enligt gällande system är *F. conglutinans* v. *callistephi*. Denna art har härmed visat sig vara av betydelse längre norr ut än vad som ansetts troligt (WOLLENWEBER & REINKING, 1935). Det framgår vidare, att ingendera av kulturerna 537: 4 och 7 är identisk med denna art utan att de båda äro stammar av *F. orthoceras*. Nr 964, vilken som nämnts isolerats från en planta utan de typiska symtomen, visade sig vara *F. oxysporum* v. *aurantiacum*. Om de två sistnämnda säger WOLLENWEBER, att det vore av intresse att veta, om de kunna ge upphov till vissnesjuka. Beträffande *F. orthoceras* tyda krukförsöken på att den ej skulle vara patogen, medan kolvförsöken tala för att den under vissa betingelser kan utöva en parasitär verkan. Om *F. oxysporum* v. *aurantiacum* är ingenting känt genom försök.

Den omständigheten att *F. conglutinans* v. *callistephi* i de undersökta fallen varit sjukdomsalstraren utesluter icke möjligheten, att även andra arter kunna komma i fråga. Kanske skulle t. ex. en inventering av nordligare lokaler än de som berörts av undersökningarna visa, att vi även ha att räkna med t. ex. *F. oxysporum f. 6*. Den nordligaste kända lokalen för vissnesjuka är den i inledningen nämnda förekomsten i Sundsvall. Enligt muntligt meddelande av Dr. LINDFORS, som närmare undersökt det insända materialet (opubl.), företedde de erhållna *Fusarium*kulturerna likheter med de ovan behandlade stammarna av *F. conglutinans* v. *callistephi*, med avseende på vissa kulturegenskaper. Då ingen direkt jämförelse varit möjlig, kan givetvis dock ingenting närmare sägas därom.

Fig. 13 och 14 visa *F. conglutinans* v. *callistephi* i isoleringar från de tre försöksplatserna A, B och C samt de till olika infektionsförsök använda båda stammarna av *F. orthoceras* jämte fykomyceten cfr. *Phytophthora*. Här framgår likheten mellan de olika stammarna inom *F. conglutinans* v. *callistephi* resp. *orthoceras* samt olikheten mellan arterna. Intrycket förstärkes, då man kan iakttaga kulturernas färg: den förra färgar ej substratet, medan den senare ger upphov till en rödviolett färg (en viss gradskillnad antyder detta förhållande även på bilden).

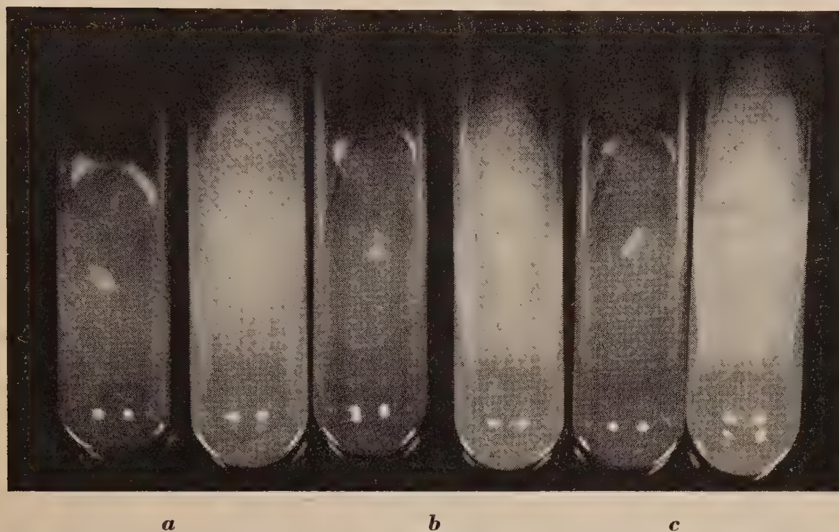


Fig. 13. *Fusarium conglutinans* Wr. v. *callistephi* Beach. Isoleringar från 1942 års fältförsök, a från försök B, b från försök A, c från försök C. (Kulturer på maltagar t. v. och på växtskyddsanstaltens standardagar t. h.).

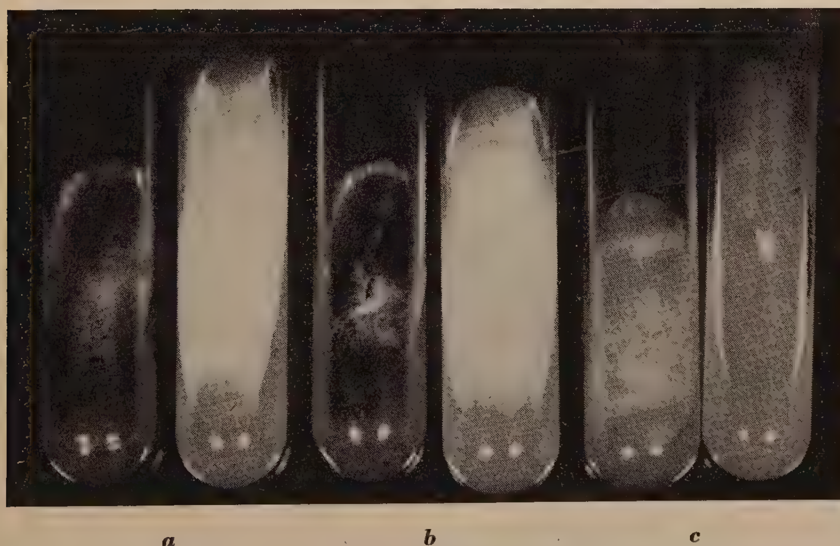


Fig. 14. *Fusarium orthoceras* App. et Wr. (a och b) och cfr. *Phytophthora* (c), vilka använts till de olika årens infektionsförsök. (Kulturer på maltagar t. v. och på växtskyddsanstaltens standardagar t. h.

VI. Parasitens verkan på värdväxten.

I det föregående har visats, att sommarasterns vissnesjuka även i vårt land orsakas av svampar av släktet *Fusarium* — den är alltså en fusarios. Mikroskopiska undersökningar ha visat, att den även är en trakeomykos, d. v. s. att parasitens huvudsakliga utbredning är förlagd till plantans kärldelar. Hur svampen verkar för att de typiska symtomen skola utbildas är däremot svårare att utreda. Den växtpatologiska litteraturen är rik på avhandlingar om trakeomykoser och deras orsaker, och försök göras — i många fall på experimentell grund — att förklara symtomens uppkomst. I de mer eller mindre utförliga arbeten, som behandla asterfusariosen har hänsyn icke tagits till denna sida av problemet.

Hos författare som studerat andra fusarioser än sommarasterns finner man två åsikter företrädda. Enligt den ena skulle orsaken till plantornas vissnande och död vara av rent mekanisk natur och utgöras av en tilltäppning av kärlen genom de där hopgyttrade hyferna, vilket hindrar vattentransporten från rotsystemet till de ovanjordiska perifera delarna. Enligt den andra uppfattningen skulle svampen utöva en giftverkan på värdväxtens vävnader. Wilson (1936) påstår med stöd av observationer av vissnesjuka hos småplantor av vattenmelon med *F. bulbigenum* Cke et Mass. v. *niveum* (E. F. Sm.) Wr. som patogen organism, att rötternas tilltäppning av mycel är ett allvarligt hinder för den normala vattenströmningen i kärlen och en potentiell orsak till vissnandet. Han anför också en uppgift av Smith (1899) som ger uttryck åt samma uppfattning. Wilson anser vidare, att det förhållandet att angripna ungplantor, som överförts till fuktig kammare, åter blivit turgescenta, visar, att vissnandet på groddplantstadiet är en företeelse, som har med växtens vattenhushållning att göra. Vidare symtom uteblevo så länge plantorna höllos i en atmosfär, där fuktigheten var nära nog mättad (ej uppgivet hur länge). Brandes (1919) däremot, har vid sina försök med bananens vissnesjuka (*F. oxysporum* Schl. v. *cubense* (E. F. Sm.) Wr.) funnit samband mellan av parasiten avsöndrade toxiska substanser och de hos angripna plantor uppträdande symtomen. Han anser, att hyfer icke förekomma i tillräcklig mängd i kärlen för att kunna utgöra ett allvarligt hinder för vattenpassagen. Fahmy (1923) har funnit giftverkan på bönplantor av en filtrerad närlösning, där *F. solani* (Mart.) App. et Wr. vuxit, medan obrukad närlösning icke haft någon dylik effekt. I en undersökning över linets vissnesjuka (*F. lini* Bolley) har Grossmann (1934) likaledes funnit giftverkan av filtrerad närlösning. Haskell (1919) anser, att teorin om den mekaniska verkan kan vara förklaringsgrund i en del fall men icke beträffande vissnesjuka hos potatis (*F. oxysporum* Schlecht.), där mikroskopisk undersökning lett författaren till den uppfattningen, att kärlens tillslutning i intet fall varit

så fullständig, att den helt skulle stoppa saftströmmen. Han påvisar i stället, att filtrat av kulturlösning har toxisk verkan. LINFORD (1931) har efter försök med *Pisum* och *F. orthoceras* v. *pisi* dragit den slutsatsen, att vattenbrist, direkt eller indirekt föranledd av svampen, kan vara orsak till vissnandet hos äldre plantor men sannolikt icke beträffande groddplantor. Där måste patogenesen tillskrivas verkan av toxiska substanser som ett resultat av svampförekomsten i värdplantan. WHITE (1927) anför i sina undersökningar över tomatens vissnesjuka (*F. bulbigenum* v. *lycopersici*) förutom de mekaniska verkningarna av svampens närvaro i kärlsystemet andra tänkbara förklaringar till vissnandet. Sålunda skulle t. ex. ett förstörande av rotsystemet så minska förmågan till vattenupptagning, att plantans normala funktioner skulle upphöra. Enligt en annan teori skulle de parasitära organismerna i kärlen beröva den passerande saftströmmen mineralelement, som äro nödvändiga för växtens normala utveckling. Slutligen skulle parasiten genom avsöndrade toxiska substanser vara orsak till värdväxtprotoplastens avdöende. Han anför, att brunfärgning iakttagits i kärlknippen utan att hyfer kunnat isoleras därur, samt att mycelet sällan var tillräckligt tätt sammanbakat i kärlens lumina för att kunna helt blockera vattenpassagen.

Då man betraktar vissnesjuka asterplantor på ett mera utvuxet stadium, finner man, att de första synliga symtomen bestå i en mer eller mindre tydlig kloros och förkrympning av blad och skott. Detta symtomkomplex synes mig tyda på en giftverkan snarare än en vattenbrist. Denna uppfattning stödes även av det förhållandet, att man endast sällan vid mikroskopisk undersökning på detta stadium av sjukdomen finner kärl, som äro helt tilltäppta av mycel. Då vissnandet blivit mera utpräglat, finner man däremot ofta, att kärlen äro proppade med hyfer. Om vissnandet på groddplantstadiet med de groddbrandlika symtomen och på rosettstadiet, då angripna plantor hastigt vissna ned, utan att någon kloros alltid är märkbar, beror på vattenbrist, som WILSON (1936) antar beträffande vattenmelonen, eller på giftverkan, som LINFORD (1931) anser gäller för ärt, har icke kunnat avgöras. Preliminärt torde man kunna anse en samverkan av de båda faktorerna, giftverkan av svampen och vattenbrist på grund av mycelets tilltäppning av kärlen som förklaring till utbildningen av vissnesjukans symtom.

VII. Taxonomiska synpunkter.

Släktet *Fusarium* karakteriseras av en utomordentlig mångformighet, varom den rika litteraturen på området bär vittne, och av en variabilitet, som försvårar systematisering och artidentifiering. LEONIAN (1929) ger uttryck åt detta genom att säga: »The only constant thing in Fusaria is their inconstancy». De grundläggande arbetena med att systematisera släktet ha som

nämnts utförts av Wollenweber, som 1910 tillsammans med Appel publicerade »Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Link).» Han har sedan i åtskilliga skrifter ensam och tillsammans med andra författare vidare utbyggt systemet genom att uppställa en myckenhet nya arter, varieteter och former (t. ex. 1932). Sedermera ha ändringar gjorts genom en del sammanslagningar, vilket gjort systemet mera överskådligt. Det är i sin senaste form publicerat i Wollenweber & Reinking: »Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung» (1935). Vidare har Brown (1928) gjort omfattande undersökningar över Fusarier i renkultur och diskuterat principerna för taxonomiska studier av släktet, delvis i opposition mot Wollenweber. Studiet av sporförhållanden har bl. a. visat, att avkomman från en enda spor så varierar, att artgränserna överskridas. På grundval av de resultat som erhållits vid odling på substrat innehållande tillväxthämmande substanser — vissa anilinfärger — i olika koncentrationer ha Coons och Strong (1931) uppställt ett examinationsschema för ett antal arter. I motsats mot Leonian (1929), som gjort liknande försök, ha dessa författare ej kunnat finna så starka variationer, att artbegränsningen äventyrats.

Av den föreliggande undersökningen har framgått, att identifieringen av vissa arter trots förenkligen av systemet alltjämt erbjuder stora svårigheter.

Kritik mot systemet har flerstädes kommit till uttryck i litteraturen. Raillo (1936) anser uppdelningen i sektioner oangripbar men kritiserar arterna och deras underavdelningar. Hon har funnit alltför stora variationer hos sådana karaktärer som längd och bredd hos makrokonidierna och antalet septa, för att de skulle vara användbara för systematiseringen och anser, att formen på toppcellen är den enda konstanta karaktären hos alla 1-sporkulturer av en given art och därför bör tillmätas avgörande betydelse. Padwick (1940) har underkastat subsektionen *Orthocera* en kritisk granskning och funnit, att de nuvarande arterna sådana de förefinnas i ovannämnda monografi, ha så stor variationsamplitud, att de gripa in i varandra och därför ej kunna upprätthållas. Han föreslår, att *F. orthoceras* bibehålles som art med de övriga som varieteter av denna. Vissnesjukans parasit skulle enligt denna uppfattning få artnamnet *F. orthoceras* v. *callistephi*. Snyder och Hansen (1940) föreslå på grundval av många års ingående studier av arternas allmänna egenskaper och variationsförmåga en annan ännu radikalare utväg. Beträffande sektionen *Elegans*, säga författarna på tal om asterfusariosens två organismer, att studier av talrika 1-sporkulturer visat, att de båda ha de kännetecken, som skulle användas för att skilja dem åt, varför dessa två arter icke kunna upprätthållas. Deras förslag till revision går ut på att sektionen *Elegans* skulle bestå av *en* art, vilken av prioritetsskäl bör vara *F. oxysporum*, till vilken sedan de övriga skulle vara varieteter. Astervissnesjukans organism skulle efter denna princip komma att benämnas *F. oxysporum* v. *callistephi*.

VIII. Sammanfattning.

Huvudsyftet med föreliggande undersökningar har varit att söka fastställa, om vi i vårt land i allmänhet ha att räkna med den av *Fusarium*arter orsakade kärlparasitära vissnesjukan sådan den är känd och beskriven utomlands. Fyra somrars försök med odling av olika astersorter på infekterade jordar på 5 försöksplatser — Bergshamra och Sveden invid Stockholm, Uppsala, Gnesta i Södermanland och Folkärna i södra Dalarna — jämte infektionsförsök och undersökning av material från skilda håll i landet ha visat att så är fallet.

De fyra årens fältförsök med odling av olika astersorter på infekterad mark ha i stort sett givit samstämmiga resultat beträffande resistens och mottaglighet hos de prövade sorterna i huvudsaklig överensstämmelse med de uppgifter som lämnats av fröleverantören. Några påfallande avvikelser i försöken i Gnesta 1941 ha studerats närmare och hänsyn har tagits till olika tänkbara faktorers inverkan såsom markreaktion, temperatur, fuktighetsförhållanden, förekomsten av biologiska raser hos parasiten, uppträdandet av andra sjukdomar än den verkliga vissnesjukan. En upprepning av försöken året därpå har kommit olikheterna att framstå som en tillfällighet, som tills vidare undandrar sig bedömande.

De astersorter som uppgivits som resistenta, ha dokumenterat sitt stora odlingsvärde på »astersjuk» mark. Enligt JONES & RIKER (1931) har 50 % resistens uppställts som gränsvärde mellan önskvärda och icke önskvärda sorter vid deras urvalsarbeten. Detta synes mig vara ett alltför lågt värde och torde knappast i allmänhet tillfredsställa odlarna. Enligt samma författare skall fullständig immunitet icke ha uppnåtts hos någon resistent sort. De vid växtskyddsanstalten utförda försöken och flera års odlingar hos A.-B. B. Gustafsson i Gnesta ha visat, att ***100 % resistens förekommer hos ett stort antal sorter*** och att mottagliga sorter på kraftigt infekterade jordar ofta äro till 100 % mottagliga. Till samma resultat beträffande resistenta sorter har bl. a. STORCK (1935) kommit.

I det synnerligen rikhaltiga material, som odlas i Gnesta, har det varit tillfälle att iakttaga en del avvikelser från de generella förhållanden, som skisserats ovan. Så har t. ex. i flera fall en och samma sort representerad av sändningar från olika firmor utomlands visat helt olika resistens vid odling på samma mark i Gnesta. Så stora skillnader ha förekommit som mellan fullkomlig immunitet och 100 % mottaglighet. Vid prövning vid Bergshamra av två dylika sorter med frö från två olika håll upprepades förhållandet i full överensstämmelse med det resultat som odling i Gnesta gav. Det var svårt att finna någon godtagbar förklaring härtill. Bristfällig sortbestämning tycktes, så vitt det kunde bedömas, icke föreligga.

De isoleringar som gjorts från vissnesjuka astrar ha låtit förmoda ett samband mellan sjukdomssymtomen av den beskrivna typen och förekomsten av ett *Fusarium*mycel, som av flera skäl antogs tillhöra en och samma art i de undersökta fallen. Försöken att identifiera svampen ha i huvudsak strandat på svårigheten att i tillräcklig mängd erhålla de för bestämning nödvändiga makrokonidierna. Studiet av de olika svampstammarna har därför måst inskränkas till några jämförande odlingsförsök med renkulturer. Med reservation för de smärre variationer man givetvis måste vänta sig hos ett levande material, har därvid huvudsaklig överensstämmelse konstaterats mellan de olika stammar som isolerats under försökens gång.

De svampkulturer som erhöllos till ympning av försöksfälten under namn av *F. conglutinans* v. *callistephi* och *F. oxysporum f. 6.* återvunnos ej vid isoleringsförsök och antogos därför ej ha åstadkommit den avsedda infekteringen. Denna har i stället visats härröra från en organism, som introducerats i odlingarna av några av de 1939 odlade astersorterna. De nämnda svamparna avveko från de vid isolering erhållna genom utseende i kultur, ifråga om tillväxt vid olika temperaturer, genom sin reaktion vid odling på ris och delvis även på olika agarsubstrat.

De utförda infektionsförsöken ha levererat det avgörande beviset för att de vid isolering erhållna *Fusarium*stammarna äro den förmodade sjukdomsalstraren. Ett införande av renkulturer i form av 1-spormycel i mottagliga astersorters odlingsmiljö har haft en påfallande effekt på plantorna. Denna effekt har beroende på försöksanordningen tagit sig olika uttryck. Under de speciella förhållanden som odling i kolvar innebär, ha de typiska vissnesymtomen uteblivit. På grund av den tydliga klorosen och tillväxthämningen (i åtskilliga fall senare följda av plantans död) i jämförelse med obehandlade kontroller har angrepp dock ansetts föreligga. Hos närbesläktade fusarioser, t. ex. hos kål (*F. conglutinans* Wr.) är t. o. m. det klorotiska tillståndet så typiskt, att det givit sjukdomen dess engelska namn »cabbage yellows». De extrema kulturbetingelserna ha förmodats vara orsak till att endast en del av det symtomkomplex, som utmärker fritt växande vissnesjuka plantor kommit till uttryck. I de parallella krukförsöken med för växten mera naturliga betingelser ha de typiska symtomen uppträtt.

Ett urval från vissnesjuka astrar isolerade fusarier, vilka använts i infektionsförsöken, jämte de två som *F. conglutinans* v. *callistephi* resp. *F. oxysporum f. 6.* uppgivna, vilka använts vid ympning av försöksfälten, sändes till Dr H. W. Wollenweber, som benäget utförde artbestämningar. *Identifieringen bekräftade hypotesen, att de från typiskt vissnesjuka astrar isolerade mycelen utgöra en art och fastställde, att denna art är F. conglutinans v. callistephi.* De två övriga fusarierna bestämdes båda till *F. orthoceras*.

Resultaten av försök med de olika stammarna i renkultur stå i god sam-

klang med de fastställda artskillnaderna, liksom de även visat, att variationer förekomma inom samma art. Sålunda har stammen Jä af *F. conglutinans* v. *callistephi* vid kultur på olika substrat och vid olika temperaturer visat andra egenskaper än de övriga undersökta isoleringarna av samma art. I infektionsförsöken har den även avvikit genom mindre utpräglad virulens. Försöken ha även visat, att de två sedermera till *F. orthoceras* bestämda svamparna ej äro identiska med stammar, som isolerats i fältförsöken, samt att de under skilda kulturbetingelser och i infektionsförsök visade stor överensstämmelse sinsemellan. De ha under »naturliga» förhållanden ej varit patogena på aster, ehuru de under speciella betingelser utövat en viss verkan, som yttrat sig i en hämning av plantornas utveckling.

Det har visats att det med ledning av gällande system varit svårt att — utan tillgång till något jämförelsematerial — artbestämma asterfusarierna, varför specialistutlåtande måst inhämtas. Det har även framhållits, att förslag till radikala revideringar av systematiken framförts i litteraturen. I avvaktan på den förebådade revisionen torde det vara nödvändigt att fasthålla vid det av WOLLENWEBER och REINKING (1935) uppställda systemet och i kritiska fall anlita den speciella sakkunskapen.

Under försökens gång ha även andra astersjukdomar påträffats, vilka i i förbigående ägnats något studium. Så har vid flera tillfällen angrepp på resistenta sorter av en fykomycet konstaterats på två av försöksplatserna och i odlingar utom försöken. På grund av överensstämmelse hos symtom och parasit med en i litteraturen beskriven stjälkbasröta, som orsakas av *Phytophthora cryptogea,* har sjukdomen förmodats vara identisk med denna. ehuru det ej kunnat bevisas. Infektionsförsök med renkulturer av parasiten har visat att den är starkt virulent. Angreppen i odlingarna ha dock endast sällan varit omfattande. En stjälkbasröta orsakad av olika *Fusarium*arter har även påträffats. Vidare har en av *Botrytis* cfr *cinerea* framkallad sjukdom likaledes av typen stjälkbasröta iakttagits både i och utom försöken. Liksom den förstnämnda tyckas även dessa sjukdomar ha ett mera sporadiskt uppträdande och vara betydligt mindre förhärjande än den äkta vissnesjukan. Olämpliga kulturförhållanden såsom dålig dränering och lågt belägna odlingsplatser verka gynnsamt på uppkomsten av vissa av dem.

Den av *Verticillium albo-atrum* orsakade vissnesjukan, som anses skola vara av betydelse i klimat av typ som i vårt land, har ingen gång påträffats i det undersökta materialet.

Sammanfattningsvis kan man säga, *att de utförda försöken och undersökningarna visat, att vi i vårt land liksom annorstädes, framför allt ha att räkna med den äkta kärlparasitära vissnesjukan som ett allvarligt hot mot en framgångsrik kultur av sommaraster. Den parasitära organismen har i de undersökta fallen*

befunnits vara Fusarium conglutinans v. callistephi. Det har vidare visats, att det avbräck sjukdomen kan vålla odlaren i väsentlig grad motverkas eller elimineras genom användandet av i handeln förekommande resistenta astersorter.

ENGLISH SUMMARY.

Title of the report: Investigations into the wilt of China Aster, Callistephus chinensis (L.) Nees.

I. Introduction.

The wilt disease of China aster is a serious trouble to the growers wherever this plant is cultured. It was first reported in America by GALLOWAY (1896), who pointed out its likeness to known vascular diseases of other cultivated plants. WOODS (1899) found the causal agent to be a *Fusarium* Link. The parasite was more closely described by BEACH (1918), who named it *Fusarium conglutinans* Wr. v. *callistephi* because of its similarity to the cabbage wilt organism *F. conglutinans* Wr. GLOYER (1924, 1931), JACKSON (1927), and WEISS (1925) have further contributed to the knowledge of the disease. JONES and RIKER have carried out extensive work in this field and published the results in a number of papers (e. g. 1931, 1935). The disease is reported in South Africa by WAGER (1932), in Australia, New Zealand and Japan. In Europe it is known to occur in most countries, e. g. England (OGILVIE & MULLIGAN, 1934), France (GAUDINEAU, 1936), Germany (WOLLENWEBER, 1913—1935, STORCK, 1935, SCHMIDT, 1937, PAPE, 1939, and others). Switzerland (OSTERWALDER, 1910). Aster wilt is first reported in Sweden in 1917, when diagnosed by Dr. TH. LINDFORS (unpubl.) at the Central Agricultural Experiment Station. It has since then been reported from various localities in the country. The study of the disease has been part of the programme of work at the State Plant Protection Station during the years 1939—1942. The investigations are summarized below.

II. Symptoms of the disease.

Plants may be attacked at any stage of development. In young seedlings the disease is similar to damping-off. In plants at the rosette stage the entire plant turns yellow and withers quickly. Two types of symptoms are observed in older plants. In one case the disease seems to affect only one side of the plant, where the leaves become stunted, turn yellow and wither, while the rest looks quite healthy. In the other case the whole plant is affected simul-

taneously, with the lower leaves first showing symptoms. Gradually all the leaves become discoloured and wither, the flower heads droop, and the entire plant dries up. Along the stem dark, somewhat sunken streaks are to be seen. In those areas the pink spore masses of the fungus may be observed. A cross-section of an affected plant reveals a brown discoloration of the vascular ring, which is confined to one side in the one-sided type. The root system is in the main unaffected, as a rule only a few rootlets becoming dark. Figs. 1, 2, 3, 4, 5, and 7 show wilted plants at different stages of disease.

III. The cause of the disease.

Since Beach (1918) determined the causal organism as *F. conglutinans* v. *callistephi* numerous reports from all over the world have demonstrated its cosmopolitan nature. Wollenweber (1935) mentions *F. oxysporum f. 6* as the cause of wilt in regions with lower summer temperatures. *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. is also known to cause a wilt disease of asters.

IV. The control of the disease.

Since the parasite is a soil-inhabiting organism, which persists in the soil for a long time even in the absence of the host plant, *soil disinfection* is recommended. Treatment with steam or chemicals, e. g. formaldehyde, has been tried by various workers. The method may, however, be fairly inconvenient for common use.

The parasite is further known to be seed-borne. *Seed disinfection* by means of various chemicals, such as mercuric chloride (Gloyer, 1931), Uspulun and other disinfectants, is thus an important control measure. The method is, however, effective only when uncontaminated soil is used.

Crop rotation is also recommended to avoid aster wilt. The usefulness of this method is limited by the fact that it is not clearly known how many years should elapse before asters can be planted on the same ground as before.

As in the case of many other plant diseases a reliable control measure is to be found in the *resistance of certain plants to wilt.* For many years intensive work has been done, especially at the University of Wisconsin, Madison, on the selection of resistant varieties from among established commercial types (Jones & Riker, 1931). Seed of such strains is now obtainable on the market. Resistant types are developed, e. g. among the varieties American Branching, Giant Comet, Heart of France, Royal, Queen of the market. None is, however, supposed to be completely immune (Jones & Riker, 1931, Pape, 1939).

V. Experiments conducted at the State Plant Protection Station.

The investigations outlined below comprise field experiments with resistant and ordinary commercial aster varieties upon infected ground, isolations of the parasite from diseased asters from different localities, inoculation experiments in culture vessels with susceptible aster varieties and isolations of fungi, and, finally, laboratory experiments with a number of isolates in pure culture. A soil disinfection experiment was also carried out.

1. *Field experiments.*

Methods. — The main trial was laid out in the grounds of the State Plant Protection Station at Bergshamra near Stockholm with parallel trials in the botanical garden of the University of Uppsala, at Bertil Gustafsson's seed growing company at Gnesta in the provinse of Södermanland, at Folkärna in southern Dalecarlia (in 1940 and 1941), and in the garden of a commercial grower at Sveden near Bergshamra (in 1940). The various trials will be referred to as A, B, C, D, and E respectively.

The seed was kindly supplied by the firm of B. Gustafsson, and the plant material was raised at A. The seed was disinfected and sown in soil treated with formaldehyde, and the seedlings were planted in beds with equally sterilized soil.

Diseased asters were collected in the trials and in other aster plantings for the isolation of the pathogen. The method applied was the one generally used for this purpose. Bits of the stem were surface sterilized (mercury chloride, 0.1 %) and pieces of the interior tissues plated on to nutrient agar in Petri dishes.

Trials in 1939. The plant material is listed on page 11. Among the 11 varieties used, 4 were resistant in Gnesta the previous year, 5 were not tested and 2 were susceptible. Those two were chosen as checks. Table 2 shows the varieties and the number of plants used in the different experiments.

Experiment A:a. The soil was inoculated with pure cultures of 2 strains of *F. conglutinans* v. *callistephi* (det. WOLLENWEBER) obtained through the courtesy of professor ELIAS MELIN at Uppsala. Only a limited number of plants succumbed to the disease, the highest percentage of attack being found among numbers 6 and 11. The checks remained unaffected. Among the two numbers in question some cases of attack were observed in the seed bed, suggesting that the seed sterilization had been unsatisfactory. Isolations from diseased plants gave mycelia of *Fusarium* type with occasional sickle-shaped 3-septate macrospores and non-septate microspores. The results of the isolations are to be seen in Table 1. The mycelia obtained do not agree with the pure cultures used for inoculating the soil. This circumstance and the way the diseased plants were distributed in the field seem to indicate that the parasite

may have been introduced by varieties 6 and 11. The result of the experiment is shown in Table 2.

Experiment A:b. In order to test if the soil of the experimental grounds was infested a number of plots were laid out containing both checks and other varieties, among which also number 11 was represented. All plants except nr 11 remained healthy, another suggestion that this variety may have been the source of infection.

Experiment B. The soil was inoculated as in A. The results quite agreed with A both as to the occurrence of the disease (Table 2) and to the type of mycelium obtained upon isolation.

Experiment C. No inoculation was performed as the soil was known to be highly »aster-sick». The result of the trial was in marked contrast to A and B (Table 2). This implies that the checks as well as numbers, 6, 7, 8, and 11 had entirely succumbed to the disease, whereas 2, 3, 4, and 5 were unaffected. Isolations gave a *Fusarium* mycelium of the same type as in A and B.

Observations in addition to the trials. In a number of aster plantations in different parts of the country wilted plants were collected for the purpose of isolating the pathogen. Plants with the typical wilt symptoms all gave a *Fusarium* mycelium of the same type as in A.

Conclusions. Experiments A and B agree with one another in a low percentage of diseased plants, but differ from C. This disagreement is probably due to the fact that in A and B the soil was new to asters, while in C it had long been »aster-sick». Most probably the pathogen met with in A and B was introduced into the culture by varieties 6 and 11. The pathogenicity of the strains used for inoculating the soil is still an open question. Isolation experiments have shown the constant occurrence of a certain type of *Fusarium* in asters with typical wilt symptoms. Certain cultural and microscopic characteristics of the mycelia obtained make it probable that they all belong to the same species.

Trials in 1940. Experiments were conducted at A, B, C, D, and E. The varieties used are to be seen on page 17. Table 3 shows the varieties and number of plants used in each experiment. Checks were nos 1, 6, 7, 11, 12, and 13.

Experiment A. The soil was inoculated with the same 2 strains of *F. conglutinans* v. *callistephi* as in 1939, with 1 strain of *F. oxysporum f. 6.*, all of which were obtained from Uppsala, and with an unidentified *Fusarium* (508) isolated in A in 1939. At the end of the growing season the checks were heavily attacked, whereas the supposed resistant varieties had remained free from wilt (Table 3). Isolations gave uniformly a *Fusarium* mycelium of the same type as in 1939.

Experiment B. No inoculation of the soil was made. The result of the experiment agrees in the main with A, though the attack seems to have been somewhat less intense (Table 3). Isolations gave the usual mycelium.

Experiment C. The results obtained were in close agreement with that of 1939 (Table 3).

Experiment D. The plants were grown in two separated plots, R, with »aster-sick» soil and K, where no asters had previously been grown. In two cases supposedly resistant varieties were attacked, the symptoms being, however, not typical. Upon isolation a phycomycete mycelium was obtained. The disease was suggestive of a foot-rot caused by *Phytophthora cryptogea* Pethybr. et. Laff. (TOMPKINS et al, 1935). Mycelia of this type and mode of occurrence will in the following be referred to as cfr. *Phytophthora*. Isolations from typically wilted plants gave the usual *Fusarium*.

Experiment E. As in D attacks of wilt were observed in the checks and of cfr *Phytophthora* in some of the resistant varieties (Table 3). The usual *Fusarium* was isolated from typically wilted plants.

Observations in addition to the trials. Isolations from wilted asters from some other aster cultures all yielded a *Fusarium* of the usual type.

Conclusions. The trials of 1940 are characterized by a general agreement as to the occurrence of wilt. The checks proved susceptible everywhere, while the supposedly resistant varieties mostly showed complete resistance to wilt. Some cases of a phycomycetous foot-rot were reported. The *Fusarium* mycelia obtained all agreed with one another and with no 508 inoculated into the soil, but differed from the other three organisms inoculated.

Trials in 1941. Trials were laid out at A, B, C, and D. The aster varieties used are listed on page 22. Numbers 6, 7, and 12 were chosen as checks. The varieties and the number of plants used in each experiment may be seen in Table 4.

Experiment A. No soil inoculation was carried out. The result of the experiment, which will be seen in Table 4, agrees in the main with that of 1940.

Experiment B. No inoculation of the soil was undertaken. The result was in conformity with A (Table 4).

Experiment C. A marked difference from A and B was met with in C. Besides the checks resistant varieties were attacked by wilt (Table 4). It was possible to make isolations on a very small scale only because of the advanced stage of disease at the time of inspection. In some cases the typical *Fusarium* was met with.

Experiment D. The result agreed in the main with that of A and B. A few cases of wilt were, however, observed among the resistant types. A few were attacked by *Botrytis* as well as by cfr. *Phytophthora*.

Observations in addition to the trials. Samples of wilted plants from a number of growers were examined and were found to be attacked by the usual *Fusarium*.

Conclusions and discussion. A marked dissimilarity was found between A, B, and in the main D on the one hand and C on the other. As a working hypothesis the attack of resistant strains in C was supposed to be due to the true wilt disease. With this in view different factors were studied which could have been the cause of the exceptional condition.

1) The occurrence of *different races* of the parasite are a known cause of a break-down of resistance (RIKER & JONES, 1935). The greater conformity in 1940 between A, B, and C does not make this very probable.

2) The importance of *the soil reaction* to aster wilt is dealt with only sparingly in the literature. On the whole diesase development seems to be favoured by a more or less acid reaction. Measurements of pH were carried out in the trials (Table 5) as well as on material from other aster cultures. The values obtained do not seem to account for the dissimilarities.

3) *The temperature* relations do not seem to have been such as to call forth the divergencies in question.

4) *The precipitation* does not afford any explanation either.

A condition in C which complicates matters may be mentioned. With the same origin of the seed varieties 2:40, 13, and 14 behaved quite differently in the cultures of B. Gustafsson's seed company than in trial C on the same soil. In the former the resistance was much more marked than in the latter, which suggests the introduction of the causal agent into the culture together with the plants raised at A. As the seedlings were grown in sterilized soil and no similar attack was observed in A or B, this, however, seems hardly likely. The question is left open.

Trials in 1942. Because of the exceptional conditions in 1941 the trials were repeated in 1942. The varieties used may be seen on page 29. Owing to a diminished supply only few of the »critical» varieties of 1941 could be obtained. The varieties and number of plants used are to be seen in Table 6.

Experiment A. The results obtained agreed with those of the previous years (Table 6).

Experiment B. Except for a case of an unidentified disease a close parallelism is shown with A (Table 6).

Experiment C. Except for no 14:42 a close agreement with A and B was obtained (Table 6).

Observations in addition to the trials. Two plantings of susceptible aster varieties on new soil were examined at Gnesta. No trace of wilt was observed.

Conclusions. The three trials of 1942 agreed closely with one another.

The pH conditions were the same as in 1941 (Table 5). This goes to prove the insignificance of soil reaction to the origin of the deviations in 1941. Nor was any other explanation afforded.

The field trials of A, B, and C are all summarized in Table 7 in order to show the material as a whole and to demonstrate the frequency of wilt in the different places. The values are not wholly adequate since the number of aster varieties used simultaneously in the different experiments was not always the same, nor was the number of susceptible varieties the same every year. Hence, for instance, the lowering of frequency in C may be only apparent. It is clearly visible, however, that the frequency of disease is highest in C, where the soil has long been heavily infested. Further, the feeble attacks in A and B in 1939, where the soil was new to asters, is demonstrated.

2. *Soil disinfection experiments.*

Experiment in 1939. (Expt A: c). »Aster-sick» soil was taken from a garden in Stockholm. Half the amount was treated with formaldehyde and the rest was left untreated. The soil was filled into wooden boxes previously disinfected with formaldehyde and planted with the aster variety no 9 (page 11). After three weeks wilt occurred in the untreated soil, whereas in the sterilized soil all plants remained healthy (Fig. 4). At the closing of the trial all plants in untreated soil were dead, in the sterilized soil two plants were affected as well, most probably due to secondary infection. The usual *Fusarium* type was isolated (Table 1).

Experiment in 1942. The trials were repeated in 1942 in accordance with the same plan as in 1939, with the only difference that one susceptible and one resistant aster strain were used. The result agreed with that of 1939. The appearance of the experiment after two weeks is seen in Fig. 4. There was again a case of secondary infection of susceptible plants in treated soil towards the end of the season.

3. *Inoculation experiments.*

The final proof of the *Fusarium* always found in connexion with wilted asters really being the pathogen is offered only by the positive results of inoculation experiments under pure culture conditions and the reisolation of the fungus.

Experiments in 1940. Susceptible asters were grown in sterilized pots with soil treated with formaldehyde (Expt Fr) or autoclaved (Expt At). The fungi used for inoculation are listed on page 36. The pots were kept in the

greenhouse in order to reduce the risk of secondary infection. The result may be seen in Tables 8 and 9. The results of the isolations carried out are shown in Table 10. A positive result was obtained with the *Fusarium* strains isolated from typically wilted asters. With the others wilt symptoms were not produced. The failure of no 537: 4, 5, and 7 to produce wilt may be due to the fact that they had been kept in artificial culture for a considerable time, which may possibly have reduced their virulence (ARMSTRONG *et al.* 1940).

Experiments in 1941. a) Tube culture experiment. Methods. According to a method used by MELIN (1936) the host plant and the fungus were grown together in cotton-plugged culture tubes on sterilized sand and a nutrient solution. A low-growing, early, susceptible aster was chosen as host plant. The seedlings were raised aseptically from surface sterilized seed. The fungal strains used are listed on page 38. The inoculation was performed by adding a water suspension from the fungal cultures to the substratum. In the case of the checks the suspension was changed for sterile water. The tubes were kept in a greenhouse with net walls.

All the seedlings inoculated by no 680 soon became heavily attacked and died. Gradually nos 828, 845, and 869 showed signs of disease displayed by a brown discoloration of the hypocotyl and a chlorotic appearance of the leaves. In nos 537: 4 and 5 the seedlings were feebly yellowed and of rather poor development. No symptoms like damping-off were observed in any case. The check plants remained normal. Isolation experiments with attacked plants gave the organisms used for inoculation.

Microscopical examination of plants showing symptoms revealed the abundant occurrence of mycelium in all the tissues of the roots. In the hypocotyl hyphae were observed only in the parenchyma, while the vessels were filled by a brownish substance. This may account for the specific character of the symptoms (cf. LINFORD, 1931). Above all, however, the high humidity of the atmosphere is probably the cause of the absence of the typical wilt symptoms. In Fig. 6 are shown the checks and the numbers having live plants at the closing of the experiment. No plants remained of those inoculated with Fusaria isolated in the field trials. The difference between the vigorous development of the check plants and those inoculated is clearly visible. The result of the experiment is seen in Table 11.

b) Pot culture experiment. In order to make a similar test under more natural conditions an inoculation experiment was carried out with plants grown in pots with formaldehyde-treated soil. The same aster variety and the same fungi as in Expt a were used. The pots were kept out of doors in order to secure as natural environmental conditions as possible. Typical wilt symptoms were observed in several cases (Table 12). The original organism was reisolated in all cases examined.

Conclusions. The two inoculation experiments have shown the Fu-

saria isolated from wilted asters to be pathogenic to aster — with the reservation for the typically symptomatical signs of wilt in the tube cultures.

Experiments in 1942. a) Tube culture experiments. The material and the methods were on the whole the same as in 1941. In order to secure an intact starting material the seedlings were, however, allowed to stabilize for some time in the test tubes before inoculation. The fungi used are listed on page 44. The inoculum consisted of tiny agar cubes with mycelium.

During the growing period and at the end of the experiment the material was classified according to disease occurence as follows: 1 = healthy, well developed plants; 2 = healthy, somewhat weaker plants; 3 = weak plants without symptoms; 4 = plants with weak symptoms; 5 = plants with symptoms of advanced disease. The results are shown in Fig. 8. The symptoms were quite similar to those observed in 1941. Isolations from diseased seedlings gave the organisms used for inoculation.

b) Pot culture experiment. The test was carried out in accordance with the same scheme as in 1941 and with the same material as in test a, 1942. Typical wilt symptoms developed in several cases. The result may be seen in Table 13. The organisms inoculated were reisolated from attacked plants.

Conclusions. The results were in the main in accordance with those of 1941. The presence of various Fusaria in the test tubes had a marked influence on the plants, resulting in obvious attacks in several cases and a check of growth in others. The original organisms were reisolated from diseased specimens. In the pot cultures the typical wilt symptoms were obtained upon inoculation with Fusarium strains originally isolated from wilted asters. *The infection experiments thus have proved the pathogenicity of the Fusaria constantly associated with wilted asters.* No such outstanding properties have been found with strains 537:4, 4/7, and 7, 877 and *F. sp.*, though they were observed to have some little influence upon the host plants under tube culture conditions. The phycomycete (680), finally, always proved highly virulent, but with other symptoms than those of wilt.

4. *Pure culture experiments with fungi isolated from asters.*

A. *Cultures on different media.* a) Cultures on rice. 1) Erlenmeyer tubes with a substratum of sterilized rice and water were inoculated with monosporidial cultures of *Fusarium* strains 537: 4, 4/7, and 7, 845, and 869. They were kept in a thermostat at + 25° C. The results as regards pigmentation and type of aerial mycelium obtained after two weeks may be seen in Table 14. 2) With minor modifications in the amounts of rice and water the

same experiment was conducted with cultures 537: 4; and 7, 960, 909, 967, Jä, *F. sp.* from Soy bean, and 680. The result after 17 days is to be seen in Table 14.

C o n c l u s i o n s. Except for Jä none of the Fusaria isolated in the trials gave rise to any colour formation on rice, whereas the other *Fusarium* strains all formed a red pigment of various degrees of strength.

b). C u l t u r e s o n d i f f e r e n t a g a r m e d i a. The radial growth in Petri dishes of a number of strains was studied on the following agar media: 1) Starch agar (BALZER, 1930); 2) the same medium without Fe; 3) asparagin agar (BROWN, 1925); 4) the standard nutrient agar used at the Plant Protection Station; 5) malt agar 2.5 %). The cultures were incubated in a dark chamber at + 25° C. The growth was measured after 5 and 10 days respectively (Fig. 9).

C o n c l u s i o n s. Except for *F. sp.* there was only a slight variation between the fungi examined. A difference is noted with malt agar. In contrast to the Fusaria isolated in the trials, strains 537: 4 and 7 grew more poorly on this medium.

B. Relation of temperature on the radial growth. The fungi used (page 50) were grown in Petri dishes on malt agar over a range of controlled temperatures (Fig. 10). The results after 5 and 10 days respectively are to be seen in Fig. 10. The difference between the strains studied is most clearly visible at the extreme temperatures as demonstrated in Fig. 11.

C. Identification experiments. The Fusaria obtained upon isolation from wilted asters during the trials in 1939—1942 all agreed as to general type. They did not agree with the strains designated as *F. conglutinans* v. *callistephi* and *F. oxysporum f. 6.* obtained from Uppsala.

The Fusaria causing wilts of various plants are grouped together by WOLLENWEBER (1913, 1935) in the section *Elegans*. The aster wilt organisms, *F. conglutinans* v. *callistephi* and *F. oxysporum f. 6,* belong to the subdivisions *Orthocera* and *Oxysporum* respectively, which are separated by certain spore characteristics. *F. conglutinans* v. *callistephi* is also characterized by its inability to produce any red pigment on rice, a reaction otherwise typical of the section.

Tests were carried out in order to find out whether the different isolates belonged to the same species as supposed and if possible to identify the species.

a) S p o r e s t u d i e s. The formation of macroconidia of the isolates was always very poor, which made the attempts at identification most difficult. Spores taken directly from the crusts on stems were drawn with the camera lucida and measured (page 53 and Fig. 12). The values obtained and the shape of the spores made the agreement as to species most probable and were suggestive of *F. oxysporum.* In order to obtain a more profuse formation of macroconidia a number of media in general use for this purpose were tried,

but with little success. Simultaneous cultures of other *Fusaria* which produced normal conidia in great quantities showed the matter to be typical of the strains under consideration and not due to unsatisfactory cultural conditions. In order to try the effect of »starvation» the strains were grown on agar made up with tap water only. A more abundant formation of macrospores was obtained, but the conidia greatly differed in shape from the normal appearance.

b) Anastomose experiments. By a method outlined by LIHNELL (1939) upon the findings of BULLER (1933) and others a number of *Fusarium* strains were tested on their affinity. No anastomoses could, however, be detected with the *Fusarium* mycelia, whereas *Helminthosporium papaveris* Saw. used for comparison formed a number of such connections. Whether no anastomoses were formed at all or whether they simply could not be observed due to the nature of the *Fusarium* mycelium could not be made out.

c) The cultures on rice also serve identification purposes. They argue in favour of the isolates from the trials being *F. conglutinans* v. *callistephi*. The strain so designated according to WOLLENWEBER and used for inoculating the soil in the field trials thus should not be identical with this species.

Conclusions. The positive results obtained contradict each other in part. The spore characters point towards *F. oxysporum f. 6,* whereas the cultures on rice suggest *F. conglutinans* v. *callistephi*.

A number of cultures listed on page 55 were sent to DR. WOLLENWEBER, who kindly identified them. The result may be seen on page 55. This goes to prove that the *Fusarium* strains isolated from wilted asters in the field trials belong to one species, which is *F. conglutinans* v. *callistephi*. Both the strains formerly designated as this species or as *F. oxysporum f. 6.* were identified as *F. orthoceras*. Pure cultures of the two species just mentioned (and cfr. *Phytophthora*) may be seen in Figs. 13 and 14.

VI. Influence of the parasite on the host plant.

In literature dealing with aster wilt there are no reports of how the fungus induces wilting. In papers on other vascular fusarioses two opinions are met with. According to the one the wilting is due to *a mechanical stoppage* of the vessels by hyphae obstructing the passage of water from the roots to the aerial parts (WHITE, 1927, LINFORD, 1931, WILSON, 1936). According to the other theory the fungus exerts *a toxic action* upon the host tissues (BRANDES, 1919, HASKELL, 1919, FAHMY, 1923, WHITE, 1927, LINFORD, 1931, GROSSMANN, 1934).

In wilted aster plants at a somewhat advanced stage of development the earliest symptoms consist of a chlorosis and a stunting, which is suggestive

of a toxic action rather than of water shortage. The view is supported by the fact that only rarely at this stage of the disease may vessels be found which are completely clogged by mycelium. When wilting becomes more obvious the vascular cells are often seen to be blocked by hyphae. It has not been stated whether the damping-off of seedlings and the quick wilting of somewhat older plants is due to a mechanical or to a toxic action. Preliminarily they may both be supposed to concur in producing the symptoms of aster wilt.

VII. Taxonomical viewpoints.

The system of the genus *Fusarium* with all its multiformity and variability may be studied in its latest form in »Die Fusarien . . .» by WOLLENWEBER and REINKING (1935). The system has been criticized in the literature, e. g. by RAILLO (1936), who proposes a new standard for species comparison. PADWICK (1940) suggests the maintainance of only one species within the subsection *Orthocera,* viz. *F. orthoceras* with the other species, forms, and varieties to be considered varieties. The aster wilt organism *F. conglutinans* v.*callistephi* should thus be named *F. orthoceras* v. *callistephi.* SNYDER and HANSEN (1940) have found the two aster wilt organisms so to overlap each other as to make distinction of two species quite incongruous. They propose that the section *Elegans* should comprise only one species, viz. *F. oxysporum,* the others all being varieties. The aster wilt organism would thus be *F. oxysporum* v. *callistephi.*

Pending a more conclusive revision it is advisable for the present to keep to the WOLLENWEBER system and in critical cases to consult a specialist.

The investigations and studies just reported may be summarized as follows: *It has been experimentally shown that in Sweden as well as in most other countries the true wilt disease is the most serious obstacle to the successful culture of summer asters. The pathogen has in all the cases studied been found to be F. conglutinans v. callistephi. The drawback caused by wilt is greatly overcome by using resistant aster varieties.*

LITTERATURFÖRTECKNING.

APPEL, O. & WOLLENWEBER, H. W., Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link). — Arb. K. Biol. Anst. Land-u. Forstw. 8, 1910.

ARMSTRONG, G. M., MAC LACHLAN, J. D. & WEINDLING, R., Variation in pathogenicity and cultural characteristics of the Cotton-wilt organism, Fusarium vasinfectum. — Phytopath. 30, 1940.

BAKER, K. F., SNYDER, W. C. & HANSEN, H. N., Some hosts of Verticillium in California. — Plant Dis. Rept. 24, 20, 1940.

BALTZER, U., Untersuchungen über die Anfälligkeit des Roggens für Fusariosen. Phytopath. Zeitschr. II, 1930.

BEACH, W. S., The Fusarium-wilt of China-aster. — Mich. Acad. Sci. Rpt 20, 1918.

BRANDES, E. W., Banana-wilt. — Phytopath. 9, 1919.

BROWN, W., Studies in the genus Fusarium II. An analysis of factors which determine the growth form of certain strains. — Ann. Bot. 39, 1925.

—»—, Studies in the genus Fusarium VII. General description with a discussion of the principles at present adopted in the classification of Fusarium. — Ann. Bot., 42, 1928.

BULLER, A. A. R., Researches on fungi. Vol. V. London 1933.

COONS, G. H., & STRONG, M. C., The diagnosis of species of Fusarium by use of growth-inhibiting substances in the culture-medium. — Agr. Exp. Sta. Mich. St. Coll., Techn. Bull., 115, 1931.

FAES, H., Station fédérale d'essais viticoles à Lausanne et Domaine de Pully. Rapport annuel 1934. — Landw. Jahrb. Schweiz 49, 1935.

FAHMY, T., The production by Fusarium solani of a toxic excretory substance capable of causing wilting in plants. — Phytopath. 13, 1923.

GALLOWAY, B. T., Disease of China-asters. — Amer. Gard. 17, 1896.

GAUDINEAU, Mlle M., Le wilt ou flétrissement des Reines-Marguerites. — Ann. d. Épiphyth., 2, 1936.

GLOYER, W. D., Fungous diseases of China aster. — Phytopath. 14, 1924.

—»—, China-aster seed treatment and storage. — N. Y. Geneva Agr. Exp. Sta., Techn. Bull. 117, 1931.

GROSSMANN, HELENE, Untersuchungen über die Welkekrankheit des Flachses. — Phytopath. Zeitschr., 7, 1934.

HASKELL, R. J., Fusarium-wilt of potato in the Hudson river valley. – Phytopath. 9, 1919.

HAYMAKER, H. H., Pathogenicity of two strains of the tomato-wilt fungus, Fusarium lycopersici Sacc. — Journ. of Agr. Res. 36, 1928.

JACKSON, A. B., The Fusarium-wilt of China-asters. — Sci. Agr., 7, 1927.

JONES, L. R. & RIKER, REGINA S., Wisconsin studies on aster diseases and their control. — Agr. Exp. Sta. Wisc. Res. Bull. 111, 1931.

KENDRICK, J. B., Kale Yellows in California, caused by Fusarium conglutinans Wollenw. — Hilgardia 5, 1930.

LEONIAN, L. H., Studies on the variability and dissociations in the genus Fusarium. — Phytopath. 19, 1929.

LINDFORS, TH., Einige Kulturversuche mit Fusarium-Arten in Nährlösungen mit verschiedener Wasserstoffionenkonzentration. — Bot. Not. 2, 1924.

LINFORD, M. B., A Fusarium-wilt of peas in Wisconsin. — Agr. Exp. Sta. Wisc., Res. Bull. 85, 1928.

—»—, Studies of pathogenesis and resistance in Pea-wilt caused by Fusarium orthoceras v. pisi. — Phytopath. 21, 1931.

LIHNELL, D., Untersuchungen über die Mykorrhizen und die Wurzelpilze von Juniperus cummunis. — Symb. Bot. Ups. III: 3, 1939.

MELIN, E., Methoden der experimentellen Untersuchung mykotropher Planzen. — Handb. d. biol. Arbeitsmeth. XI: 4, 1936.

OGILVIE, L. & MULLIGAN, B. O., The Fusarium-wilt of China-asters in England. — The Gardeners' Chronicle, XCV 1934.

OSTERWALDER, A., Die Fusarium-Krankheit bei Astern. — Landw. Jahrb. Schweiz, 24, 1910.

PADWICK, G. W., The genus Fusarium III. A critical study of the fungus causing wilt of gram (Cicer arietinum L.) and the related species of the subsection Orthocera with special relation to be variability of key characteristics. — Ind. Journ. Agr. Sci. X: 3, 1940.

PAPE, H., Krankheiten und Schädlinge der Zierpflnzen. Dritte Auflage. Berlin 1939

RAILLO, Mme A. I., Diagnostic estimation of morphological and cultural characteristics of species in the genus Fusarium. — Ref. i Phytopath. 26, 1936.

RIKER, REGINA, S. & JONES, L. R., Fusarium strains in relation to wilt of China-aster. — Phytopath. 25, 1935.

RYKER, T. C., Fusarium yellows of celery. — Phytopath. 25, 1935 .

SCHMIDT, H., Das Asternsterben. — Die kranke Planze 4, 1937.

SNYDER, W. C. & HANSEN, H. N. The species concept in Fusarium. — Amer. Journ. of Bot. 2, 1940.

STORCK, A., Ein Anbauversuch zur Welkekrankheit der Sommerastern. — Blumen- und Pflanzenbau — Gartenwelt 39: 8, 1935.

STOUGHTON, R. H., Thionin and Orange G for the differential staining of bacteria and fungi in plant tissues. — Ann. Appl. Biol. 1930.

TOMPKINS, C. M., TUCKER, C. M. & CLARKE, A. E., Root rot of aster caused by Phytophthora crytogea. — Pyhtopath. 25, 1935.

ULLSTRUP, A. J., Histological studies on wilt of China-aster. — Phytopath. 27, 1937.

WAGER, V. A., Aster wilt in South Africa. — S. Afr. Journ. Sci. 29, 1932.

WEISS, F., Diseases of China-aster. — Amer. Flor. 64, 1925.

—»—, Research revives hope for asters. — Flor. Rev. 63, 1929.

WELLMAN, F. L. & BLAISDELL, Dorothy J., Differences in cultural characters and pathogenicity of strains of tomato-wilt Fusarium. — Phytopath. 29, 1939.

WHITE, R. P., Studies on tomato-wilt caused by Fusarium lycopersici Sacc. — Journ Agr. Res. 34, 1927.

WILSON, J. J., The pathological relationship between the host and parasite in varieties and strains of Watermelons resistant to Fusarium niveum. — Agr. Exp. Sta. Iowa St. Coll. Agr. Res., Bull. 195, 1936.

WILSON, J. K., Calcium hypochlorite as a seed sterilizer. — Amer. Journ. Bot. 2, 1915.

WOLLENWEBER, H. W., Pilzparasitäre Welkekrankheiten der Kulturpflanzen Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXI, 1913.

—»—, Släktet Fusarium i Sorauer, Handbuch d. Pflanzenkrankh. Uppl. 5, 1932.

WOLLENWEBER, H. W., & REINKING, O. A., Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Berlin 1935.

WOODS, A. F., The aster disease. — Gardening, Chikago. 7, 1899.



Emil Kihlströms Tryckeri A.-B.
Stockholm 1944
19758